JAHRGANG LII. 1902. HEFT IV BIS VI.

Grofsconstructionen der italienischen Renaissance.

Vom Oberbaudirector Prof. Dr. Josef Durm in Karlsruhe.

(Schlufs.)

D. Die Kuppel der Sa. Maria di Carignano.

(Mit Abbildungen auf Blatt 5 und 6 im Atlas.)

„Genova la Superba" — die Königin der Städte an der ligurischen Küste trägt auf einem die Stadt und das Meeresufer beherrschenden Felsen als stolzestes Bauwerk die Kuppelkirche Sa. Maria di Carignano, berühmt als ein köstliches Werk der späteren Renaissance, berühmt durch die wunderbare Aussicht, die man von ihren Dächern aus auf Stadt, Meer und die beiden Rivieren, auf die schneebedeckten Gipfel der Alpen geniefst.

Geschichtliches.

Sie wurde von dem berühmten Patricier Bendinello Sauli gegründet, die Ausführung am 16. October 1481 beschlossen und von ihm die Mittel zur Verfügung gestellt.

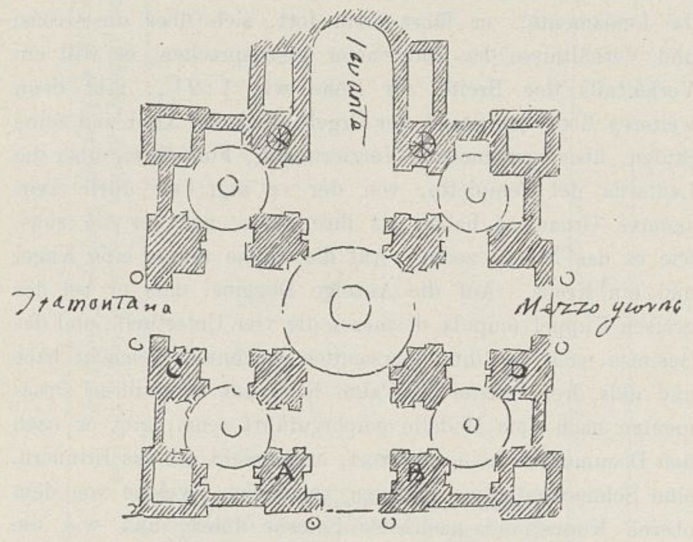


Abb. 1. Grundrifs nach einer Handzeichnung des G. Alessi, mitgetheilt in der Broschüre des „Santo Varni", Genova 1877.

Die Nachkommen Bendinellos hielten an seiner Stiftung fest und forderten den Peruginer Architekten Galeazzo Alessi zur Anfertigung eines Planes (Text-Abb. 1 Facsimile-Zeichnung des Grundrisses des Alessi) auf, der auch genehmigt wurde, worauf am 10. März 1552 der Grundstein gelegt wurde. Der Geschichtsschreiber berichtet weiter, dafs am 13. Juni 1583 Gregor XIII. „erigeva questa chiesa in collegiata" und dafs am 22. Mai 1588 in ihr die erste Messe gelesen wurde. Im Jahre 1657 wurde die Aufstellung der Orgel beschlossen, die „Jacob Hellmann" ausführte und 1660 vollendete. Die barocken Marmorstandbilder liefs 1668 Francesco Maria Sauli für die Nischen der vier Kuppelpfeiler durch Pietro Puget ausführen, das reiche marmorne Hauptportal stammt laut Inschrift aus dem Jahre MDCCXXIV (1724). Weitere Jahreszahlen finden sich noch an der Brüstung der Laterne der Kuppel, woselbst eingemeifselt ist: Ornamentū circumquaq · āno · 1692 (vgl. Abb. auf Bl. 5), und eine andere an einer Setzstufe der Schneckentreppe zwischen den beiden Kuppelschalen: 1738 A · D^{J} · M · (vgl. Abb. auf Bl. 6), die wohl an eine Ausbesserung erinnern sollte.

Quellen.

a) Die kleine Schrift: Gli edifizi antichi della città di Genova e Sobborgi annessi da Carlo Pendola Genova 1896, enthält (S. 32) die Mittheilung, dafs die „Chiesa d. S. M. Assunta e S. S. Fabiano e Sebastiano" am 10. März 1592 auf Grund eines von Sauli 1481 gemachten Testamentes und auf Grund der Pläne des Alessi (1512 bis 1572) begonnen worden sei.

b) In einer gröfseren Abhandlung: Descrizione di Genova e del Genovesato 1846, Vol. III, Parte quarta, S. 142 ff. sind die gleichen Angaben gemacht, unter Beifügung der oben schon mitgetheilten.

c) In dem „Nouveau Guide de Gênes et de ses environs avec plans et vues, Gênes 1853" sind (S. 211) die gleichen Zahlenangaben gemacht und auch Galeazzo Alessi wird als Meister genannt, wobei gesagt ist, dafs die Kirche im kleinen den Plan von St. Peter in Rom wiedergibt, wobei aber die ausnahmsweise grofse Höhe die Wirkung der Kuppel beeinträchtige. Die Kirche sei sonst, ohne grofs zu sein, eines der besten Architekturstücke, von vollendeter Einheit und in jeder Beziehung ausgezeichnet, die Ausführung edel und solid. Das griechische Kreuz messe 68 × 58 m, die Standbilder in den Nischen der vier Kuppelpfeiler seien vier Meter hoch, die zwei schönsten von Puget gefertigt, die Orgel eine der ersten in Italien.

d) Der „Guida artistica per la città di Genova dell' Avocato Federigo Alizeri, Vol. I, Genova 1847" gibt gleichfalls die genannten Zahlenangaben und nennt den gleichen Alessi als Planfertiger und fügt nur noch hinzu, dafs die Kuppel mit Marmorbrüstungen geschmückt sei, lobt die vornehmen Treppen zu den verschiedenen Stockwerken, von denen die oberste „a chiocciola con bell' artifizio" — als kunstvolle Schneckentreppe ausgeführt sei. Aller Schmuck am Aeufseren der Kirche seien „di Travertino", Portale und Fenster dagegen aus weifsem Marmor. In der „Descrizione" wird statt des Travertin ein Pietra di Finale genannt, dagegen die Verwendung des weifsen Marmors in der angegebenen Weise bestätigt. Nach meinen Aufzeichnungen sind die grofsen Pilaster der Front aus röthlich-weifsem Kalksteine, einer von Adern durchzogenen Marmorart, hergestellt. Bei den übrigen Angaben stimme ich zu.

e) In dem Architekturwerk von M. P. Gauthier „Les plus beaux édifices de la ville de Gênes et de ses environs", Paris 1830 sind im Texte S. 5 und 6 die gleichen Daten wie oben angegeben und als Besonderheit hinzugefügt, dafs Alessi es vermieden habe, in seine Kuppelpfeiler eine Treppe oder sonst etwas zu legen.

f) Das „Giornale Ligustico di Archeologia, Storia e Belle Arti“, Genova, Fasc. I e II, Gennaio e Febbraio 1877, Pag. 96 führt aus: Alessi trat in die Dienste Saulis im Laufe des Jahres 1549, er begann den Bau 1552, und dieser war schon 1555 soweit vorgeschritten „che i nobili anzidetti si accordavano co' maestri Giacomo Ponzello e Stefano Gandolfo per la provista e il lavoro delle pietre di Finale acconce a rivestire gli imbasamenti. Peró soltando nel 1564 si volsero i pensieri alla gran cupola; ne' questa fu condotta a termine innanzi i principii del secolo XVII ed opera del maestro Giovanni Basso.“ Auf S. 80 des „Giornale Ligustico“ wird nun auf eine Veröffentlichung verwiesen, von der gesagt wird: „questa importante e deligente publicazione contiene ....“ und die den Titel führt: „Santo Varni, Spigolature artistiche nell' Archivio della Basilica di Carignano, Genova, Sordo-Muti. 1877. In 8°. (auf dem Titelblatt: Tipografia del R. Istituto Sordo-Muti). Das bemerkenswerthe Büchlein war aber, wie es scheint, nie in den Buchhandel gekommen, und das Umfragen nach demselben in deutschen und italienischen Bibliotheken hat mir manchen leichten Spott eingetragen. Ich erhielt es aber schliefslich doch auf privatem Wege.

g) Jakob Burckhardt spricht sich im Cicerone (Leipzig 1898, S. 500, Architektur von 1540 bis 1580. Genua. G. Alessi) wie folgt über den Bau aus: „Maria di Carignano wesentlich ein Werk des Alessi. Sie zeigt das Bramantesche Innere der Peterskirche, wie es damals Michelangelo in reducirter Anlage durchzuführen bestrebt war.“ Die Kuppel über dem griechischen Kreuz galt damals noch als die erhabenste Form für den Kirchenbau. Die vier Nebenkuppeln sind im Aeufseren unterdrückt, doch dafür vier Thürme angeordnet (aber nur zwei ausgeführt d. V.). Das Einzelne des Aeufseren dem Alessi durchweg zuzutrauen, sei unbillig, auch die Kuppel zeige sehr willkürlich barocke Formen, das Innere dagegen sei ein wunderbar harmonischer Bau.

Documente, die den Bau betreffen.

Die Schrift Santo Varnis weist nun ein wirklich interessantes Material auf. Sie enthält, neben der Vorrede und einigen Facsimilezeichnungen, 52 Documente vom 7. September 1549 anfangend bis zum Januar 1740, darunter den letzten Brief Alessis aus Mailand, vom Jahre 1569, also drei Jahre vor seinem Tode. Er starb, nur 60 Jahre alt, 1572, nachdem er fünf Jahre vorher, 1567, über seine Habe testamentarisch verfügt hatte. Nach den Angaben Rossis (vgl. dessen Werk: Di Galeazzo Alessi architetto perugino, memorie attinte dai patrii scrittori ed archivi. Perugia 1873) war Alessi von 1549 an in Saulis Diensten mit einem Jahrgehalte von 160 Scudi (etwa 1700 lire italiane) und verblieb in diesen 16 Jahre. Mit der Baufabrik schlofs er Ende 1565 einen Vertrag auf drei Jahre ab, wobei er sich dieser verpflichtete, je sieben Monate im Jahre zu Diensten zu sein, und zwar jeweils von März bis October, wofür er monatlich 30 Scudi bezog (318 lire nach heutiger Währung).

Bauausführung.

Den Bau begann er 1552, nachdem er vorher einige Modelle gemacht hatte, für die er 80 Scudi (848 lire htg. W.) erhielt. Schon 1555 war der Bau soweit fortgeschritten, dafs die Sauli mit den genannten Meistern Ponzello und Gandolfo weitere Verträge abschliefsen konnten, zunächst für die Bekleidung der unteren Mauertheile mit „pietre di Finale“, dann weiter für die Ausführung der oberen Theile des Baues und des Chores, sowie der vier kleinen Kuppeln. Die grofse Kuppel kam erst 1564 in Frage, wo Alessi aufgefordert wurde, an einem Modell die Verhältnisse und die Form der Kuppel klar zu machen, wofür er 100 Scudi in Gold erhielt. Die Ausführung verzögerte sich aber, denn erst am 7. Januar 1568 erhielt Alessi zu einem mündlichen Vortrag eine Aufforderung „a finche in absentia vostra li capi d'opera possino cosi di dentro come di fuora attender a la perfettione di tutta l'opera a li suoi tempi.“

Im November 1568 verlangte der mit der Ausführung am Platze betraute Maestro Angelo Doggio in einem langen Fragebogen Auskunft von Alessi über die verschiedensten Dinge, welche ein Licht werfen auf den Stand der Arbeiten um jene Zeit. Nach dem Document XXXIV, S. 55 a. a. O. giebt Alessi erst am 5. März 1569 Antwort auf die verschiedenen Fragen in den „Istruzione dell' Alessi per riposta alle domande del Maestro Angelo Doggio.“ Hier sagt zunächst Alessi ausdrücklich, dafs er alle Zeichnungen für den Bau selbst gemacht habe .... „disegniata da me sino da' fondamente“, er fährt dann fort, sich über die Gröfse und Verhältnisse der Chorfenster auszusprechen, er will ein Verhältnifs der Breite zur Höhe wie $1:2^1/_2$, gibt dann weiteres über den Stand der Orgel, über den Altar und seine Stufen, über verschiedene Verzierungen, Fufsböden, über die Lanterna del Tempiotto, von der er sagt, sie dürfe kein anderes Ornament haben als ihre Basis, auf der sie ruhe, wie es das Modell zeige. Auf die Spitze müsse eine Kugel und ein Kreuz. Auf die Anzeige Doggios, dafs er bei der grofsen Kuppel (cupula di mezo) die vier Untertheile und das Gesimse nach der ihm übersandten Zeichnung gemacht habe und dafs drei Fenster 10 Palmi hoch mit allen ihren Ornamenten nach dem Modelle emporgeführt seien, gibt er nach den Documenten keine Antwort, auch nicht auf das Erinnern, eine Schneckentreppe zeichnen zu wollen, welche von dem oberen Kuppelrand nach der Laterne führt, und wie die genannte Laterne sein solle. Von nahezu 40 gestellten Fragen sind nur die leichtesten beantwortet.

Dies war 1569; also drei Jahre vor seinem Tode war die Hauptkuppel noch nicht vollendet, aber doch der Vollendung nahe. Alessi dürfte sie also noch erlebt haben. Nach seinem Tode hat Angelo Doggio gemacht, was noch zu machen war; er wurde nach dem Document XXXVII (S. 66) durch Giovanni Basso im Jahre 1586 ersetzt. „Nomina di Giovanni Basso a capo d'opera, in sostituzione del defunto maestro Angelo Doggio † 1586, adi 16 di Marzo.“ 14 Jahre nach dem Ableben Alessis blieb Doggio noch im Amte und am Baue thätig. Von 1593 an war Giovanni Basso durchweg im Dienste der Sauli.

Vom 5. März 1569 ist das Begleitschreiben zu den versprochenen Instructionen des Alessi an Nicolò Sauli datirt (Doc. XXXV), dann tritt eine Lücke in den Documenten ein bis zum Januar 1574. Was von diesem Zeitpunkt an weiter bekannt gegeben ist, betrifft die Erbauung einer „Casa Canonicale“, die Anstellung Bassos und seinen Vertrag mit der Baufabrik, die Herstellung von Einrichtungsgegenständen,

Einrichtung des Hochaltars und Herstellung von Bildern, silbernen Leuchtern, Broncearbeiten, den Vertrag mit Puget über die Statuen, das Hauptportal der Kirche (1722 bis 38), den Taufbrunnen (1736) und einige plastische Arbeiten (1739 bis 40).

Alessi auch der Meister der Kuppel.

Nicht richtig dürfte daher die unter f) angeführte Behauptung sein, dafs die grofse Kuppel („cupula di mezo") nach den Anschauungen des XVII. Jahrhunderts und von Maesto Giovanni Basso ausgeführt sei. Die angeführte Jahreszahl von 1692 an der Brüstung der Plattform der Hauptkuppel bezieht sich lediglich auf die Herstellung der Balustrade allein.

decorativen Einzelheiten des Baues befafst hat, dürfte wohl durch seinen Aufenthalt in Mailand und in Perugia (1567) während der wichtigsten Bauzeit zu entschuldigen sein. Die breiten korinthischen Pilaster des Inneren stimmen z. B. nicht mit den ihm sonst geläufigen Verhältnissen an anderen Bauten überein. Sie verderben die Gröfsenwirkung. Um die Construction scheint er sich aber ernstlicher bemüht zu haben.

1565 (Doc. XVII) verlangt er die Ausführung der drei Bogen im Hauptschiff (nave grande) und das Ausrüsten der zwei Bogen im Chore, damit das gleiche Gerüst, wenigstens für zwei Bogen, wieder verwandt werden konnte. Für das

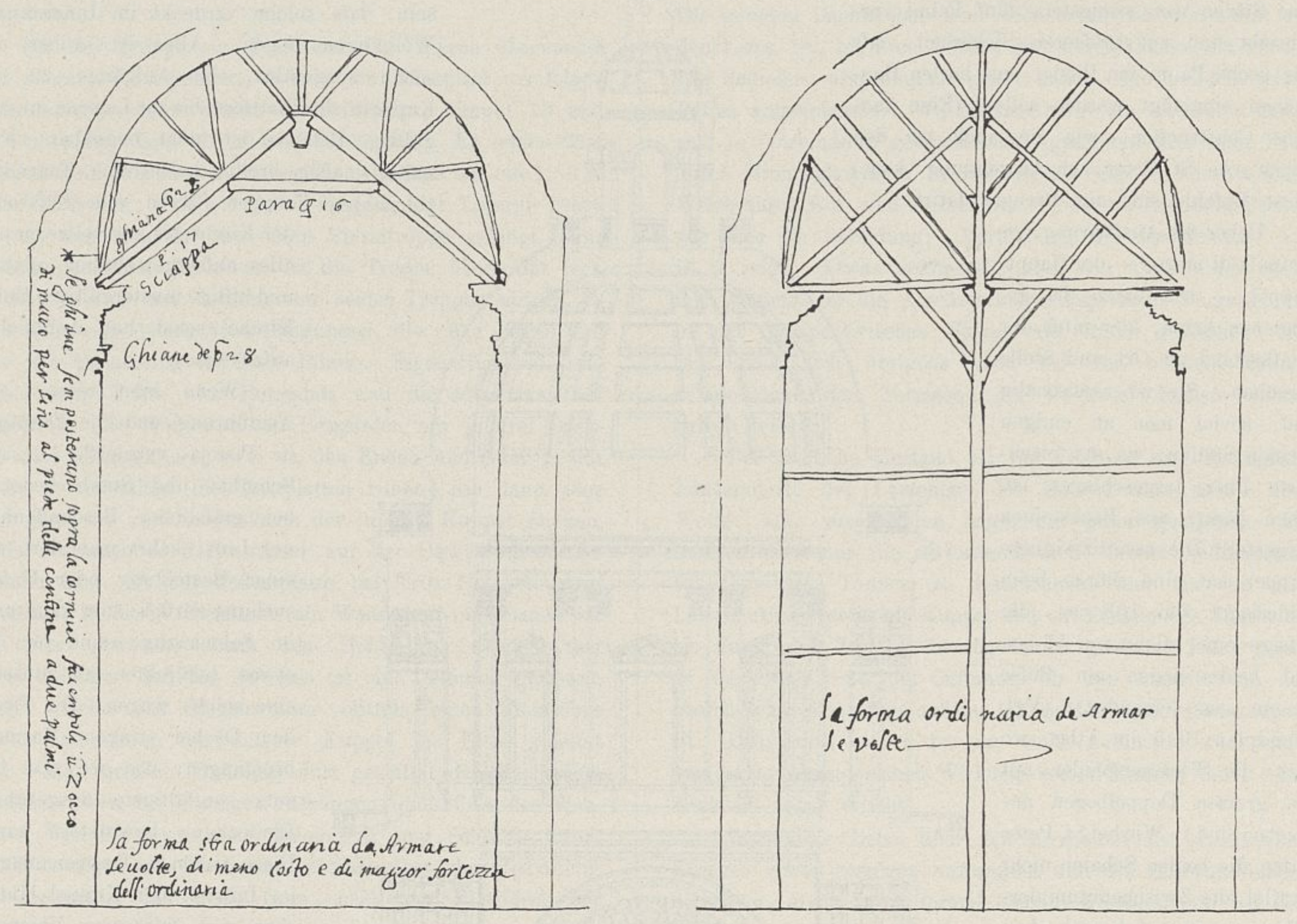


Abb. 2. Vorschläge für die Einrüstung der grofsen Bogen nach den Skizzen des G. Alessi bei Santo Varni. Genova 1877.

Ich betone nochmals: Nach Alessi blieb Doggio bis an sein selig Ende am Baue, zwischen dem Tode Alessis (1572) und dem Dienstantritt Bassos (1586) liegen vierzehn Jahre, zwei Jahre danach (1588) wird die erste Messe in der Kirche gelesen. Diese Angaben zusammengehalten, machen gleichfalls die Thatsache unglaubhaft, dafs Basso der Verfertiger der Kuppel sei. Ich berufe mich auch auf die Gestaltung der Einzelformen an derselben, an denen ich barocke Willkürlichkeiten nicht zu erkennen vermag. Sie sind für mich immer noch viel feiner und strenger als die am Palazzo Marini in Mailand, den Alessi um die gleiche Zeit erbaute. Die beiden Thürme gebe ich preis, sie kommen in den Documenten nirgends vor, und ihre Oberbauten sind nicht zu den unteren, bis zum Hauptgesimse des Baues reichenden Theilen gestimmt. Sie sind zu wenig fein gegliedert — die Hauptkuppel und die vier tempiotti aber nicht. Dafs sich Alessi nicht so ausgiebig als wünschenswerth mit den

Lehrgerüst dieser Bogen schlägt er zwei Constructionsweisen vor, die in der Facsimilezeichnung Text-Abb. 2 wiedergegeben sind. Es dürfte wohl die ohne herabgeführte Ständer zur Anwendung gebracht worden sein. Dabei befiehlt Alessi, dafs die vier grofsen Bogen zur gleichen Zeit gemacht werden müssen, weil sie alle mit der gleichen Sicherheit die grofse Kuppel und deren Unterbau stützen müfsten. Er gibt auch die Bezugsquellen für einige Baustoffe an, er schreibt Kalk von Sestri, andern von Spontorno vor, dicken Kupferdraht von Mailand.

1566 im Frühjahr ordnet er an, man solle „in Gottes Namen" die vier Pfeiler herausmauern bis zur Höhe der grofsen mit den vier Zwickeln verbundenen Bögen, die die Unterstützung der Kuppel, die dort aufzustehen hat, bildeten. Die Ausführung der vier Zwickel, die ungefähr sieben Palmi überstünden, verlangte besondere Achtsamkeit und Fleifs in der Herstellung, weshalb er bei diesen die festeren Steine

von Finale zum Theil verwandt wissen wollte. Die ersten Schichten der Tambourmauern über den Bögen und Zwickeln solle man noch ausführen, dann aber das Werk bis zum kommenden Frühjahr ruhen lassen.

Er stellt dann den Materialbedarf für das Baujahr auf, verlangt für die vier Bögen 25000 Backsteine „ferioli negri“ und für die Zwickel (triangoli) 10000 „ferioli driti“, für den westlichen Bogen 50000 — „tra negri e driti“.

1567 gibt er Anleitungen für die Wölbung des Chores, wobei er für die Stirnbogen eine Stärke von wenigstens fünf Palmi vorschreibt und zur gröfseren Sicherheit, dafs alle sechs Palmi ein Binder aus harten Hausteinen eingefügt werden solle. (Eine ähnliche Construction, wie sie auch bei den Bogen von St. Peter zur Anwendung kam.) Diese Befehle sind aus Perugia datirt.

Die Kuppelconstruction.

Ueber die Ausführung der „cupula di mezo“ — der Hauptkuppel — schweigen die gefundenen Acten, hier mufs der Thatbestand an Ort und Stelle sprechen. Sie ist zweischalig und, soviel man an einigen kleinen Stellen, wo der eisenharte Putz losgeschlagen ist, sehen kann, aus Backsteinen hergestellt. Die cassettirte innere Kuppel hat eine Stärke beim Widerlager von 108 cm, die äufsere eine solche von 57 cm, und beide liegen am Fufse 80 cm aus einander. (Vgl. Grundplan Bl. 5 im Atlas, wo auch die Vierungspfeiler mit den grofsen Doppelbogen angegeben sind.) Wie bei St. Peter laufen die beiden Schalen nicht parallel, der Zwischenraum derselben erweitert sich nach oben auf 113 cm und mehr; die innere wölbt sich halbkreisförmig, die äufsere spitzbogig, im Scheitel eine Lichtöffnung lassend, deren Durchmesser etwa $3^1/_2$ Mal im Durchmesser der Kuppel aufgeht. Ueber ihr erhebt sich auf einer besonderen Plattform die steinerne Laterne; ein durch acht rechteckige Fenster durchbrochener Umgang zieht sich unter dieser hin, wobei die Ausläufer der beiden Kuppelschalen den Fufsboden und die Decke des genannten Umganges bilden (vgl. Bl. 5: Querschnitt der Kuppel). Die Construction ist eine wesentlich andere wie bei den früher bekannt gegebenen Bauten in Florenz, Pistoja und Rom. Es sind keine durchsetzenden Rippen, die das Füllmauerwerk der beiden Gewölbeschalen aufnehmen, jede Kuppel ist vielmehr für sich, unabhängig von der anderen, hergestellt und zwischen beide sind im ganzen unregelmäfsig vertheilt zwölf Sprengbögen von 0,40 m Breite, von denen einige verschlaudert sind, eingespannt (vgl. Schnitt Bl. 5). An einigen Stellen ragen aus den Kuppelflächen im Inneren 2 cm dicke, vorne scharf zugespitzte Eisenstäbe heraus, welche einerseits fest eingemauert sind, anderseits die gegenüber liegende Wölbefläche nur berühren (vgl. Angabe im grofsen Schnitt Bl. 5). Umgürtungen durch Holz- oder Eisenringe sind nicht zu bemerken, doch dürfte es nicht ausgeschlossen sein, dafs solche verdeckt im Inneren der Wölbungen liegen. Alles ist sauber und schön ausgeführt, die Aufgänge zu den Kuppeln, der Plattform bis zur Laterne mustergültig. Letztere ist nicht begehbar. Verhältnifsmäfsig breite, hell durch Tageslicht beleuchtete Treppen führen vom Fufsboden der Kirche bis zur Spitze empor, alles aufsergewöhnlich reinlich und luftig, mustergültig. Keine Kirche sonst hat Aehnliches aufzuweisen.

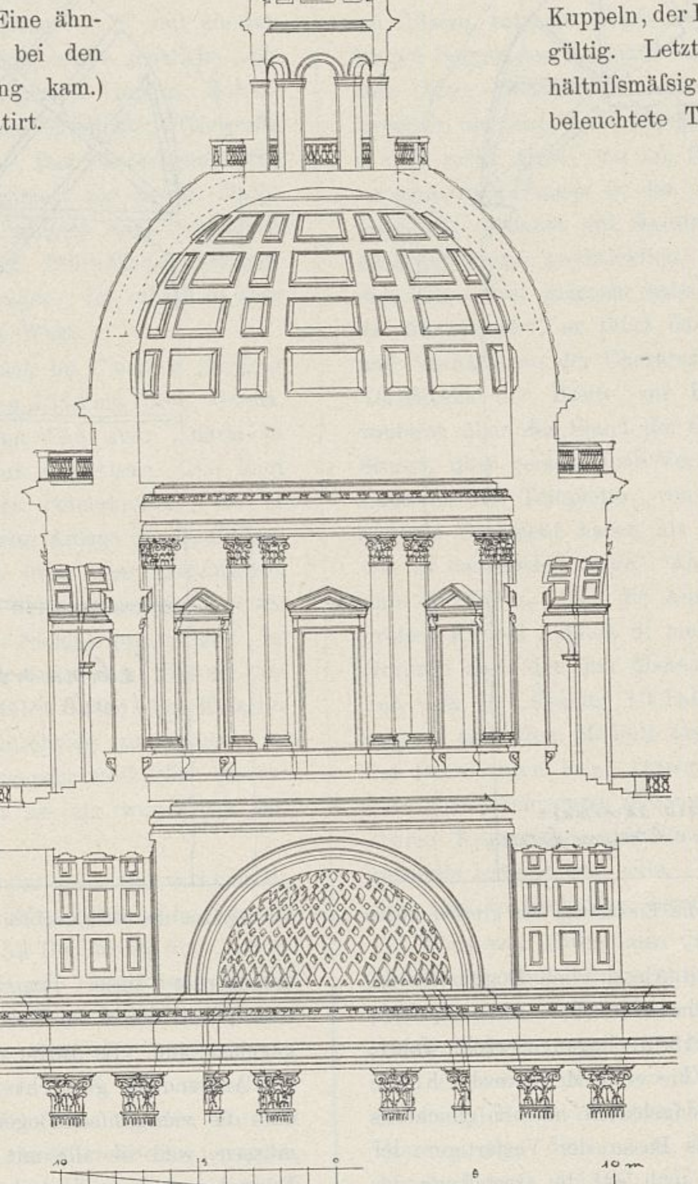


Abb. 3. Querschnitt nach M. P. Gauthier: Les plus beaux édifices de la ville de Gênes et de ses environs. Paris 1830. Taf. 41.

Treppenanlagen.

Wenn man hiermit die Ausführung und die Zustände in Pistoja vergleicht — mit Schmutz und Staub bedeckt, bei gräfslicher Beschaffenheit der Luft, kehrt man dort von einer Besteigung oder Untersuchung zurück; hier kann man im Salonanzug, ohne für ihn etwas befürchten zu müssen, eine solche wagen. Die Firste der Dächer tragen Marmorbrüstungen, von wo man die aufs sorgfältigste ausgeführte Eindeckung bewundern kann. Diese schönen Treppenanlagen im Inneren der Kuppel bilden aber eine wirksame Verspannung der beiden Kuppelschalen. In dem Tambourpfeiler rechts von der Chorachse führt eine senkrecht aufsteigende Wendeltreppe mit freitragenden Tritten aus Schieferplatten, deren Anordnung und Construction auf Bl. 6 angegeben ist und nach der Beischrift dort aus 87 cm aus der Mauer vorkragenden, glatten, plattenartigen Setz- und Trittstufen besteht, auf den Umgang über dem Hauptgesimse des lichtbringenden Tambours, der von einer Marmorbrüstung umzogen ist. (Vgl. auf Bl. 6 den perspectivischen Schnitt und die Perspective des Ausganges im äufseren Untersatz der Kuppel, der sich attikaartig über der Plattform des Umganges erhebt und, durch Lisenenstreifen getheilt, mit kleinen liegenden Rechtecköffnungen versehen ist, die theilweise wieder

durch Platten verschlossen sind.) — Von dem Umgange ab beginnt die eigentliche verspannende Schneckentreppe, welche nach der Plattform der Laterne führt und in der ersteren offen ausmündet. Die Treppe geht (vgl. Grundrifs auf Bl. 6) spiralförmig mit eingeschobenen Ruheplätzen zwischen den beiden Kuppelwandungen in die Höhe, ihre Tritte ruhen auf einem steigenden Ringgewölbe (halbkreisförmige, steigende Tonne), der durchschnittlich 2,25 m hohe Treppenraum selbst ist wieder durch ein gleichartiges Ringgewölbe abgedeckt, auf dem wieder Trittstufen einer darüber befindlichen Treppe ruhen, die auf das Kranzgesimse im Innern der Kirche ausmündet.

Mit der Treppe zur Plattform der Laterne überwindet man zuerst 13 Steigungen, dann einen Ruheplatz, es folgen 16 Steigungen, dann wieder ein Ruheplatz, hierauf 13 und ein Ruheplatz, dann elf und ein Ruheplatz. Es folgen fünf Tritte mit einem schmalen Ruheplatz, von dem aus ein 1,56 m hohes Thürchen in den inneren Umgang der Laterne führt, von wo aus man auf die obere Spiraltreppe gelangt. Bis zu dem genannten Thürchen ist die Treppe überwölbt (vgl. die Abwicklung und Steigung der beiden Treppen auf Bl. 5), dann kommen weitere zehn Steigungen, die offen liegen und ohne jede Bedachung ins Freie führen. Eigenartig sind diese letzten zehn Tritte, der Ruheplatz und die folgenden fünf hergestellt. Es sind statt der Setzstufen nur je drei Backsteinsätze aufgemauert, zwei an den Enden und einer in der Mitte, auf welchen die Trittplatten ruhen, die dann aber nicht ganz bis zur Aufsenfläche der inneren Kuppel reichen, sodafs abstürzendes Regenwasser auf der Gewölbeoberfläche ablaufen kann bis zur Podestplatte bei Tritt 10, von oben gerechnet, in deren Oberfläche ein Wasserlauf eingehauen ist mit einer „Abweise" nach dem Hohlraum zwischen den beiden Schalen. Bei der Abweise ist eine Oeffnung gelassen, durch welche das Regenwasser mittels einer Thonröhre gefafst und durch die äufsere Kuppel ins Freie geleitet wird. Eine gröfsere Oeffnung dort gestattet das Nachsehen und Ausbessern bei etwaigen Störungen im Abflufs des Wassers. (Vgl. Perspectivische Zeichnung und Schnitte durch die Trittstufen auf Bl. 5 und ebendaselbst die Zeichnung des Ausganges ins Freie bezw. nach der Plattform der Laterne.)

Beleuchtung des Hohlraumes und Wasserableitung.

Die Anordnung und Gliederung des inneren 0,80 m breiten Umganges bei der Laterne sind im Grundrifs und im gröfseren Mafsstab im Schnitte auf Bl. 5 verzeichnet, wo auch die Art der Beleuchtung durch die Fensterluken angegeben ist. Auch hier wieder eine wohlerwogene Rücksichtnahme auf die Entfernung von eingedrungenem Regenwasser. Der nach innen abfallende Sims hat einen Wasserfang mit kleiner Oeffnung zum Abführen des Wassers nach aufsen, wie dies die entsprechenden Abbildungen auf Bl. 5 zeigen. Eine ähnliche Vorsicht ist auch bei den grofsen Luken der äufseren Kuppel getroffen, um das bei den Fensteranschlüssen eingedrungene Wasser vom Sims aus auf die äufsere Kuppelfläche zu führen. Von diesen Luken sind einige mit herabgeführten Leibungen versehen, um Ausweichstellen auf den Treppenpodesten zu schaffen (vgl. Abb. auf Bl. 6). Der grofse perspectivische Schnitt auf Bl. 6 zeigt zusammenfassend die ganze Anordnung der Wölbung, der Treppenanlagen und nebenan noch die Eingangsthüre und den Beginn des Aufganges der Schneckentreppe zwischen den beiden Kuppeln.

Abdeckung der Kuppel.

Die äufsere Kuppelschale ist mit rundlich zugehauenen Schiefersteinen schuppenförmig eingedeckt, die auf dem Gewölbe in einem Mörtelbette liegen; mit Schieferplatten sind auch die Ausschnitte für die grofsen Luken verwahrt durch Einstellen von zwei Backentheilen und einer schützenden Deckplatte über diesen (vgl. Abb. auf Bl. 6), während bei den kleineren Lichtöffnungen kupferne Hauben dem Regenwasser das Eindringen unmöglich machen. Mit einer Kupferdeckung ist auch das Rundkuppelchen der Laterne versehen. Die geraden Dachflächen sind wieder mit Schieferplatten gedeckt von $1^1/_2$ bis 2 cm Stärke und freier Fläche von 20 cm. Die Schiefer, ursprünglich grau, haben eine gelblich-graue Patina angenommen. Wo Marmortheile am Aeufseren unter sich in Verbindung gebracht sind, geschieht dies zum Theil durch Bronceklammern in Bleivergufs oder in unmittelbarer Weise durch Ein- und Ausschnitte der zu verbindenden Steine, wie dies die Abbildung: „Verbindung der Deckleisten" auf Bl. 6 zeigt. Etwas gekünstelt, aber von ungemeiner Sorgfalt zeugend, ist die Abwässerungsanlage beim Umgang, die in der perspectivischen Skizze auf Bl. 6 gezeichnet ist. Sie findet sich übrigens auch bei den offenen Hallenanlagen und den Terrassen der Genueser Paläste allenthalben wieder.

Baulicher Zustand.

Der bauliche Zustand ist im Verlaufe der dreieinhalb Jahrhunderte des Bestehens des Baues, trotz seiner dem Wetter sehr ausgesetzten Lage, ein guter geblieben. Im Inneren sind nur die unvermeidlichen, feinen Scheitelrisse bei allen vier Tonnen zu verzeichnen, und ein von dem Laternenring durch die Kuppel und ein Fenster des Tambours bis durch den Zwickel herabgehender gröfserer Rifs, genau an der Stelle, wo die Oeffnung für den Austritt von der oberen Schneckentreppe auf das innere Hauptgesims ausgespart ist. Das ganze Innere ist nur weifs getüncht, was seiner wunderbar harmonischen Wirkung keinen Eintrag thut, diese vielleicht sogar erhöht!

Wirkung des Inneren und Aeufseren.

Wären die Giebel über den Stirnseiten des griechischen Kreuzes etwas weniger unförmlich und die Halbrundfenster derselben, etwa durch formal betonte Abstützungen bei den Brechfugen im Sinne antik-römischer Vorbilder gegliedert, wären die vier Flankenthürmchen, für die Alessi, wie gesagt, nicht verantwortlich gemacht werden kann, alle ausgeführt und in Uebereinstimmung mit den feingliederigen Unterbauten geblieben, das Barockportal nie eingefügt worden, dann müfste diese Kirche, vermöge der glücklichen Gruppirung ihres Aufbaues und ihrer malerischen Umrifslinie und der äufserst günstigen Lage, als eine Perle der italienischen Renaissancekunst dastehen. Aber kein Menschenwerk ist vollkommen, und Wenigen nur ist es beschieden, das in Stein zu übersetzen, was sie im Plane angestrebt und gewollt haben!

Schlufsbetrachtung.

Und nun noch ein Wort über die Veröffentlichung des Baues bei Gauthier (a. a. O. Tafel 40 bis 43), besonders mit Bezug auf den Schnitt auf Tafel 41. Sein Werk ist verdienstvoll und ich zolle ihm im ganzen alle Anerkennung, denn es birgt eine Fülle von mühesamer Arbeit, und ich bin auch der Letzte, der auf Leute, welche sich den Mühen architektonischer Aufnahmen unterziehen, einen Stein werfen möchte,

aber der „Schnitzer im Schnitte“ hätte ihm nicht vorkommen dürfen. Er giebt die Kuppel im Scheitel geschlossen und vergifst den ganzen Umgang mit den Lichtgaden zwischen der Laterne und dem Kuppelkranz (vgl. Text-Abb. 3 S. 167). Das wird aber kritiklos, seit 1830, in allen Handbüchern über Architektur- und Kunstgeschichte nachgedruckt und wohl auch noch fürder bei dem schwungvollen Clichéhandel der Verleger neuer Bücher, zu Nutz und Frommen der studirenden Jugend!

Karlsruhe, im November 1901. Dr. Josef Durm.

Die neue Thierärztliche Hochschule in Hannover.

(Mit Abbildungen auf Blatt 23 bis 27 im Atlas.)

Vorgeschichte:*) Die Thierärztliche Lehranstalt in Hannover ist im Jahre 1778 unter der Regierung des Kurfürsten, Königs Georg III. von England, gegründet. In der Verordnung wurde bestimmt, dafs „eine mit der Zeit auch

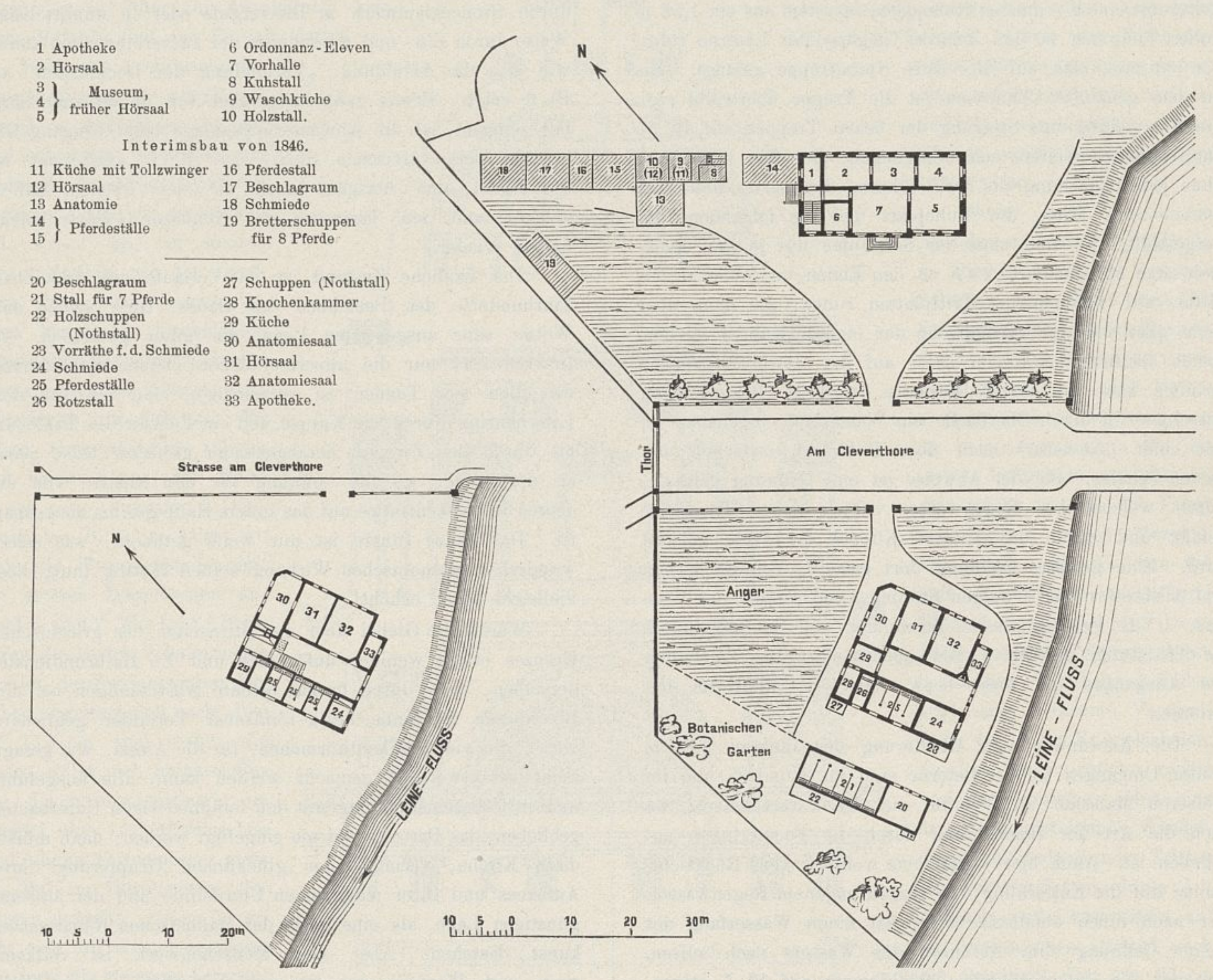


Abb. 1. Zustand im Jahre 1778. Abb. 2. Zustand im Jahre 1820 bis 1846.

auf die Lehren von der Curart anderer Thiere, mithin auf den Umfang einer Vieh-Arzney-Schule zu erstreckende Rofs-Arzney-Schule errichtet und unterhalten werden solle“. Zum Leiter der Anstalt wurde der Oberhof-Rofsarzt Kersting aus Cassel berufen, und nach seinen Plänen wurde ein ihm überwiesenes altes Haus neben der Leine am Cleverthor dem neuen Zwecke entsprechend umgebaut. Bei dem damals so niedrigen Stande der thierärztlichen Wissenschaft war er der einzige Lehrer; er hatte die Ausbildung seiner Schüler innerhalb eines Jahres zu bewerkstelligen. Das Haus (Text-Abb. 1) hatte einen hellen, geräumigen Vorflur, auf welchem bei regnerischer Witterung Operationen ausgeführt werden konnten, rechts war eine kleine Apotheke eingerichtet; weiterhin folgten an dieser Seite der Hörsaal, dessen Wände mit einem Pferdeskelett und zahlreichen Instrumenten bemalt waren, ein Sammlungszimmer für anatomische Präparate, Instrumente und Hufeisen und ein Zergliederungssaal für den Unterricht in der Anatomie. Die andere Seite wurde von der an den

*) Nach Dammann und Hesse, Die neue Königliche Thierärztliche Hochschule in Hannover. Berlin 1899. August Hirschwald.

letzteren anstofsenden Anatomieküche, vier Pferdeställen (davon drei für je zwei Pferde, einer für ein Pferd) und der Schmiede eingenommen. Das Obergeschofs enthielt die Wohnräume des Anstaltsleiters. Vor dem Hause befand sich ein grofser viereckiger Rasenplatz, der in der Breite von acht Fufs von einem gepflasterten Streifen durchschnitten wurde, um die Gangfähigkeit von Pferden auf weichem und hartem Boden prüfen zu können; ein fast ebenso grofser Raum hinter dem Gebäude diente für gewöhnlich zur Vornahme der Operationen. Aufserdem war für einen Garten gesorgt, in welchem man zur Unterweisung der Schüler Futterkräuter und allerlei heilkräftige Gewächse anpflanzte. Die Abfälle aus der Anatomie wurden kurzer Hand in die nahe vorbeifliefsende Leine geworfen. Der mangelhafte Zustand des Hauses liefs es indessen schon nach siebzehn Jahren dringlich erscheinen, gegenüber an der anderen Seite der Strafse am Cleverthor ein neues Gebäude (Text-Abb. 2) aufzuführen, das heute noch steht. Es wurde im Jahre 1795 von dem nach Kerstings Tode zum Director ernannten Havemann bezogen; hier hielt dieser auch seine theoretischen Vorträge, während ein zweiter Fachlehrer und ein Schmiedelehrer, um welche die Lehrerschaft inzwischen vermehrt war, an der ursprünglichen Stelle Unterricht ertheilten. Hier blieben die baulichen Einrichtungen auch durch mehrere Jahrzehnte unverändert, erst nach der Beendigung des Freiheitskrieges trat insofern eine Erweiterung ein, als die Marstall-Schmiede hierher verlegt und hinter dem Hause ein neuer Krankenstall für sieben Pferde mit anstofsendem Beschlagraum und ein Nothstall aufgeführt wurden (Text-Abb. 2). Damit war die weitere Entwicklung der Thierarzneischule für lange Zeit abgeschlossen. Während der ganzen Dienstzeit des Directors Hausmann, des Nachfolgers Havemanns, wurden keine Aenderungen vorgenommen. Erst im Sommer 1846, dem letzten Jahre seiner Thätigkeit, wurde das Gelände der alten Anstalt, deren Gebäude mittlerweile arg in Verfall gerathen waren, an die Stadt abgegeben und der gesamte Unterricht auf den gegenüberliegenden Platz mit dem schon im Jahre 1795 erbauten neuen Schulgebäude verlegt. Zu diesem Zweck wurde der Krankenstall für sieben Pferde mit dem Beschlagschuppen von dem alten Schulhofe hierher überführt, ein Bau zeitweilig für den Anatomiebetrieb hergestellt, der frühere Holzstall des Directors zum Hörsaal umgewandelt und eine den dringendsten Ansprüchen genügende Schmiede errichtet. Auf dieser Stätte ist die Schule bis 1899 verblieben.

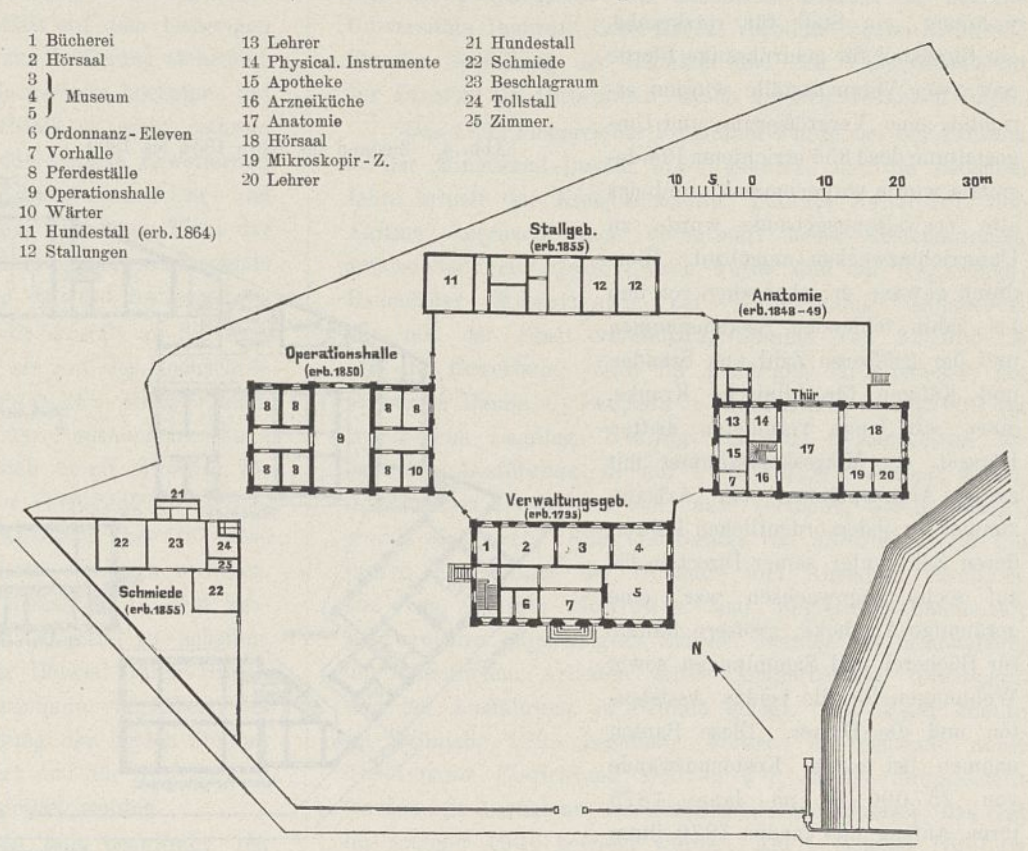


Abb. 3. Zustand im Jahre 1855 bis 1864.

Die bezeichneten Nothbauten erwiesen sich bald als unzureichend. Die Rührigkeit des neuen Anstaltsleiters Fr. Günther auf praktischem Gebiete machte schon im folgenden Jahre eine Vermehrung der Bauten nothwendig. Demgemäfs wurde an das Schulgebäude ein Stall für sieben Pferde angebaut und auf dem Hofe ein Bretterschuppen mit acht Ständen aufgeführt, sodafs nunmehr 22 Pferde untergebracht werden konnten.

In diesem Zustande konnten die Verhältnisse nicht lange andauern, wenn die Schule nicht weit hinter den Schwesteranstalten zurückstehen und die Ausbildung der hannoverschen Thierärzte erhebliche Mängel erleiden sollte. Alsbald wurde der Neubau einer Anatomie und eines Stallgebäudes mit sieben Laufständen und einer gröfseren Operationshalle in Angriff genommen und die erstere im Sommer 1849, die zweite im Herbst 1850 dem Betriebe übergeben (Text-Abb. 3). Daneben wurden die Aushülfsställe vorerst noch weiter benutzt. Nachdem inzwischen der Lehrerkörper auf die Zahl von zwei Hauptlehrern, zwei Hülfslehrern und einen Schmiedelehrer gebracht und im Jahre 1851 der Schul-Cursus auf drei Jahre verlängert war, erfolgte der Neubau eines weiteren Stalles für zwei Pferde, zwei Kühe und einige Schweine, der im Sommer 1855 in Benutzung genommen wurde. Erst damit kamen die zeitweiligen Stallräume in Wegfall. Unmittelbar darauf erfuhr die Schmiede eine Vergröfserung, und in dem Anbau an diese wurde auch ein Raum für tolle Hunde vorgesehen. Zwei Jahre später wurden an der Rückseite des Schmiedegebäudes ein übrigens recht mangelhafter kleiner Stall mit drei gröfseren Hundekäfigen errichtet, der bis dahin ganz gefehlt hatte. Dieser letztere wurde von dem Director Gerlach, der 1859 an Fr. Günthers Stelle trat, wieder beseitigt und im Jahre 1864 durch einen etwas gröfseren Stall ersetzt, der an das neue Pferdespital angebaut wurde. Weitere bauliche Aenderungen, die zu dem thierärztlichen Unterricht in Beziehung standen, sind unter seiner bis 1870 dauernden Leitung nicht bewirkt worden. Dagegen

wurden die alten Schmiedegebäude, die seit 1853 vornehmlich zur Ausbildung brauchbarer Hufschmiede für das Land gedient hatten, im Jahre 1868 abgerissen und durch einen gröfseren Neubau (Text-Abb. 4) ersetzt, der gegenwärtig noch für den gleichen Zweck benutzt wird, da nach Uebersiedlung der Thierärztlichen Hochschule 1899 in ihre neuen Räume die Lehrschmiede von derselben abgetrennt und als Centrallehrschmiede an der bisherigen Stelle weiter geführt wurde.

Der Nachfolger Gerlachs, Karl Günther, nahm die weitere Ausgestaltung der Schule nach seinen Plänen entschlossen in Angriff. Ein neues Verwaltungsgebäude mit Directorwohnung (Text-Abb. 4) wurde aufgeführt, ein aus Obductionsraum und Lehrzimmer bestehendes pathologisch-anatomisches Institut, ein neues Hundespital mit Wärterwohnung, ein Stall für rotzkranke, ein Rundstall für gehirnkranke Pferde und zwei Versuchsställe wurden errichtet, eine Vergröfserung und Umgestaltung des 1855 errichteten Pferdespitals wurde vorgenommen, und das alte Verwaltungsgebäude wurde zu Unterrichtszwecken umgebaut. Hierdurch gewann er, abgesehen von den bis dahin fehlenden Sectionsräumen und der gröfseren Zahl von Ständen und Käfigen für klinische Kranke, einen seit lange vermifsten dritten Hörsaal, ein Mikroskopirzimmer mit zwölf Arbeitsplätzen, ein Arbeitszimmer für jeden ordentlichen Lehrer, deren Zahl unter seiner Direction bis auf sechs angewachsen war, eine geräumige Apotheke, gröfsere Räume für Bücherei und Sammlungen sowie Wohnungen für die beiden Assistenten und die Diener. Diese Bauten nahmen bei einem Kostenaufwande von 257000 ℳ im Jahre 1875 ihren Anfang und fanden 1879 ihren Abschlufs.

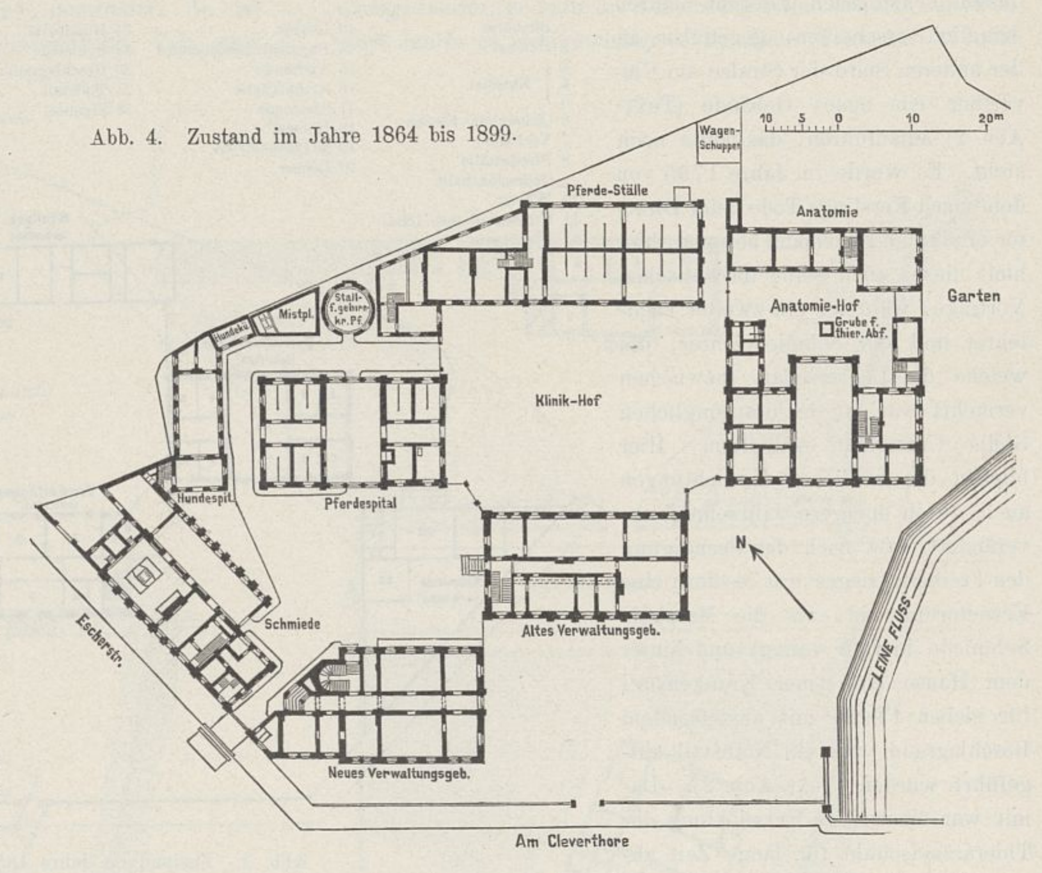


Abb. 4. Zustand im Jahre 1864 bis 1899.

Der Besuch der Thierarzneischule hatte mit einigen Ausnahmen bisher sich zwischen 30 und 50 Schülern bewegt; auch noch bei der Uebernahme der Leitung der Anstalt durch den jetzigen Director Dr. Dammann im Sommer 1880 zählte sie 52 Besucher. Da jedoch von jetzt ab diese Zahl in den folgenden Jahren schnell stieg, zeigten sich bald erhebliche Uebelstände, weil die Um- und Neubauten der letzten Zeit nur für etwa 50 Studirende berechnet waren und für eine gröfsere Anzahl, für 70 oder gar 90 Hörer, wie sie schon 1882 vorhanden war, in keiner Weise ausreichten. Namentlich der Präparirsaal, das Mikroskopirzimmer, der anatomische Hörsaal, das Laboratorium für die chemischen Uebungen erwiesen sich als unzulänglich, Räume für ein physicalisches Zimmer, sowie für den botanischen Unterricht und ein zoologisches Museum waren nicht vorhanden. Daher wurde auf den Vorschlag des Directors im Jahre 1883 durch Aufstockung des Anatomiegebäudes und des Obductionshauses die Anstalt mit einem Kostenaufwande von 56600 ℳ erweitert, sodafs den dringendsten Nothständen, wenigstens für den Augenblick, Abhülfe verschafft wurde. Hierdurch wurde ein grofser heller Mikroskopirsaal für den Normal- und pathologisch-histologischen Unterricht mit 34 Arbeitsplätzen geschaffen, während das bisherige Mikroskopirzimmer zu einem physiologischen Laboratorium umgewandelt wurde. Der Präparirsaal erhielt durch die Hinzufügung des anstofsenden Hörsaals eine erhebliche Vergröfserung und von beiden Seiten Licht. Der letztere bekam seinen Platz in dem dem Anatomiegebäude aufgesetzten Obergeschofs, welches daneben noch der anatomischen Sammlung eine leidlich hinreichende Stätte gewährte. In das durch die Wegnahme dieser und anderer Sammlungen und der Bücherei freigewordene Erdgeschofs des alten Verwaltungsgebäudes wurde der gesamte chemische und physicalische Unterricht nebst der Apotheke verlegt, während das Erdgeschofs des neuen Verwaltungsgebäudes dafür die Verwaltungsräume, die Bücherei, sowie die Sammlungen für Chirurgie und Thierzucht aufnahm. Aber die Steigerung der Besuchsziffer setzte sich von Jahr zu Jahr fort. Die Zahl der Hörer der 1887 zur Hochschule erhobenen Anstalt überschritt in diesem Jahre bereits das zweite Hundert, und die hierdurch hervorgerufenen Mifsstände und Mängel traten immer greller hervor. Namentlich das Fehlen von ausreichenden Räumen für den klinischen Unterricht, der Mangel einer brauchbaren Halle für die Vornahme der Operationen und die Abhaltung der Operationsübungen, die Unzulänglichkeit des vor wenigen Jahren errichteten kleinen Hundespitals, welches Absonderungen ansteckend kranker Thiere nicht ermöglichte, traten als Uebelstände hervor, die dringend der Abhülfe bedurften. Sodann machte sich der Mangel an genügend grofsen Hörsälen geltend, da die vorhandenen nur 50 bis 55 Hörer fassen konnten, sowie das Fehlen eines vierten Hörsaals zur Vermeidung des Zusammenfallens von Vorlesungen; auch war inzwischen der

Präparirsaal schon wieder unzureichend geworden. Dazu trat als Hauptfehler der zu kleine Klinikhof, welcher ein Reiten von Pferden zum Zwecke der Untersuchung unter Umständen gefährlich, das Fahren mit solchen so gut wie unmöglich machte.

Zur Hebung aller Nothstände waren zwei Wege offen: der eine war der, eine neue, gröfsere und besser eingerichtete Anstalt an anderer Stelle zu erbauen; der zweite, die vorhandene Anstalt umzubauen und durch Hinzukauf von in der Nähe gelegenen Grundstücken zu vergröfsern. Im letzteren Falle lag die Gefahr nahe, dafs für spätere, z. Z. nicht vorherzusehende Einrichtungen und Erweiterungen bald wieder der nöthige Platz fehlen würde; daher schien der erstere Weg der zweckmäfsigere. Die angestellten Erhebungen ergaben, dafs durch den Umbau der Anstalt auf dem bisherigen Gelände, auch unter Hinzunahme der zur Verfügung stehenden Grundstücke, die Flächengröfse der Hochschule höchstens auf $12\frac{1}{2}$ ar gebracht werden konnte, sodafs es nicht rathsam erschien, auf einem beschränkten, jede spätere Erweiterung ausschliefsenden Platze mit grofsem Kostenaufwand Um- und Ergänzungsbauten vorzunehmen, welche nur einen Theil der bestehenden Mifsstände beseitigten, andere sehr schwerwiegende Mängel aber nicht abstellten, sondern dauernd festlegten.

Nachdem auch die Gedanken, die Anstalt an die Universität Göttingen anzugliedern, oder sie mit der Hochschule in Berlin bezw. in Halle zu verschmelzen, wieder fallen gelassen waren, wurde die Frage eines Neubaues ins Auge gefafst, zumal die Stadt Hannover sich bereit erklärte, für den Neubau geeignete Grundstücke zur Verfügung zu stellen, um die Anstalt, welche sie von ihrem Anbeginn über 100 Jahre hindurch in ihren Mauern beherbergt hatte, nicht zu verlieren. Um wenigstens für die gröfsten Uebelstände in dem anatomischen Unterricht eine vorläufige Abhülfe zu schaffen, war inzwischen im Winter 1889 der Hörsaal durch Hinzufügung eines anstofsenden Museumszimmers vergröfsert, die Präparirräume waren durch Heranziehung der beiden Zimmer des physiologischen Instituts erweitert und für dies letztere Räume aufserhalb der Anstalt angemiethet worden.

Der Director der Anstalt wurde nun beauftragt, ein Programm für den Neubau aufzustellen, aus welchem das Bedürfnifs der Hochschule an Räumlichkeiten für 300 Studirende zu ersehen sei und welches dem Bauplan nebst Kostenanschlag zu Grunde gelegt werden könne. Zu diesem Zwecke besuchte er im Herbst 1891 gemeinschaftlich mit dem Localbaubeamten in Hannover die thierärztlichen Lehranstalten in Utrecht, Brüssel, Paris (Alfort), Lyon, Mailand, Stuttgart, München, Wien, Budapest und Dresden; die Einrichtungen der Berliner Hochschule waren bekannt, von dem Besuche der Schule in Kopenhagen mufste wegen Zeitmangels Abstand genommen werden. Die Aufstellung des Programms bot unverkennbare Schwierigkeiten. Fast alle bestehenden Lehranstalten dieser Art sind ungefähr 100 Jahre alt und gemäfs den bescheidenen Ansprüchen der damaligen Zeit nur klein angelegt und erst nach und nach entsprechend der Entwicklung der Wissenschaft und der unterrichtlichen und geschäftlichen Bedürfnisse erweitert worden. Dieser Werdegang hat es mit sich gebracht, dafs es der Anlage der Anstalten an dem einheitlichen Gedanken mangelt, dafs die einzelnen Bestandtheile unpraktisch zu einander gelegen und dafs manche ihrer Institute infolge der stückweisen Zubauten eine wenig entsprechende Einrichtung bekommen haben. Neu und aus einem Gusse war nur die nicht lange vorher errichtete Veterinär-Akademie in Budapest, bei deren Aufführung man durch Schaffung eines vornehmlich die Verwaltungsräume enthaltenden Hauptgebäudes, durch Erbauung von Einzelinstituten für jeden Unterrichtszweig und durch gewisse Gruppirung derselben zu einander von einem richtigen Grundgedanken ausgegangen war. Doch auch die anderen Anstalten wiesen manche Einzelinstitute oder gewisse Einzeleinrichtungen auf, welche Beachtung und Nachahmung verdienten und bei der Aufstellung des Programms gewürdigt wurden, wenn auch zugleich und besonders für das anatomische, physiologische, pathologische und chemische Institut die neueren Universitäts-Institute dieser Art als Vorbilder dienten, während für die Gestaltung der Kliniken und der Thierzuchtanstalt der Director Dr. Dammann seinen eigenen Gedanken folgte.

Das 1892 eingereichte Programm wurde bei der Prüfung in der Ministerial-Instanz stark gekürzt, und im nächsten Jahre erhielt der Kreisbaubeamte, Baurath Schröder, den Auftrag, hiernach einen Vorentwurf nebst Kostenanschlag aufzustellen; zu diesem Zweck wurde ihm der Regierungs-Baumeister Engelmann zur Hülfeleistung beigegeben. Die mit der Stadt vereinbarte Summe von 320000 ℳ für die Erwerbung eines ihr gehörigen Grundstückes am Misburger Damm als Bauplatz in einer Gröfse von 42000 qm wurde vom Landtage bewilligt und die Gesamtkosten der baulichen Ausführung, die auf 1650000 ℳ berechnet waren, in einzelnen Raten, auf vier Jahre vertheilt, bereit gestellt, woran sich noch 1899 der Betrag von 238500 ℳ für die innere Einrichtung der Gebäude und Anstalten anschlofs. Die von Baurath Schröder und Regierungs-Baumeister Engelmann angefertigten Skizzen wurden im Ministerium der öffentlichen Arbeiten einer Ueberarbeitung unterzogen und der Ausführung zu Grunde gelegt. Mit dieser konnte im Frühjahr 1895 begonnen werden; die Gebäude nebst der inneren Einrichtung sind in $4\frac{1}{2}$ Jahren fertiggestellt worden mit Ausnahme des Unterbeamtenwohnhauses, das erst im Sommer 1900 beendet wurde. Am 1. October 1899 ist die neue Hochschule, an deren Entwicklung und Ausgestaltung der Director Dr. Dammann in so hervorragendem Mafse thätig gewesen, ihrer Bestimmung übergeben worden.

Unter der Oberleitung des Geheimen Ober-Bauraths Eggert im Ministerium der öffentlichen Arbeiten und unter Mitwirkung des Regierungs- und Bauraths Bergmann und des Bauraths Schröder war mit der besonderen Bauleitung der Landbauinspector Hesse betraut. Das hygienische Institut ist nachträglich im Frühjahr 1900 unter Leitung des Regierungs-Baumeisters Hirt angefangen und bis 1. October 1901 fertiggestellt worden. Die Gesamtkosten des Baues betragen ohne die Herstellung der angrenzenden Strafsen rd. 2011000 ℳ (einschl. rd. 135000 ℳ für das hygienische Institut).

Lage: Die Gebäude der neuen Thierärztlichen Hochschule sind im Osten der Stadt auf einem 4,2 ha grofsen Grundstück errichtet, das mit der gegen Norden gerichteten Hauptfront am Misburgerdamm, einer breiten mit Baumalleen und seitlichen Fahrwegen für Fuhrwerk und elektrische Bahn versehenen, nach dem „Pferdethurm“ führenden Hauptstrafse

liegt. Auch an den anderen drei Seiten wird der Platz von Strafsen umsäumt.

Gesamtanordnung: Bei der Errichtung der Anlage ist der Grundgedanke zur Ausführung gebracht, ein in erster Linie der Verwaltung und Repräsentation dienendes Hauptgebäude aufzuführen und die verschiedenen Unterrichtszweige in besonderen Gebäuden unterzubringen, die nach ihren näheren Beziehungen zu einander zu Gruppen vereinigt sind, um den wissenschaftlichen und geschäftlichen Verkehr thunlichst zu erleichtern. So setzt sich die Gesamtanlage im wesentlichen aus fünf Baugruppen, zwei gröfseren und drei kleineren, zusammen (vgl. Lageplan Abb. 1 Bl. 26). Von den ersteren umschliefst die eine den etwa 2600 qm grofsen Klinikhof, der ungefähr in der Mitte des Grundstücks liegt, die andere den Anatomiehof, östlich davon.

I. Zur ersten Gruppe gehören: a) das klinische Verwaltungsgebäude im Norden des Klinikhofes, in dem die Geschäfte der Aufnahme und Entlassung der klinischen Insassen, sowie die Buchführung über das angekaufte Futter und die den Wärtern verabfolgten Futter- und Streumengen sich abwickeln, und das ferner die Apotheke, den klinischen Hörsaal, einige Sammlungsräume und Dienstwohnungen der in demselben thätigen Beamten enthält; b) die gedeckte Reitbahn, im Süden des Klinikhofes, deren Bestimmung ist, die Bewegung von genesenden und kranken Pferden, sowie eine Musterung und Prüfung von den Kliniken zugeführten Thieren bei ungünstigem Wetter zu ermöglichen, wenn dies im Freien auf dem Klinikhofe nicht angängig ist.

Im Osten und Westen liegen c) das Gebäude der medicinischen Klinik für innerlich kranke gröfsere Hausthiere und zur Untersuchung auf Gewährfehler zugeführter Thiere (in erster Linie Pferde und Rinder, sodann auch Schafe und Ziegen) und d) das Gebäude der chirurgischen Klinik für äufserlich kranke gröfsere Hausthiere. Die beiden letzten Gebäude sind mit Ausnahme der jenem zugefügten Tobzelle fast von gleicher Gestaltung im Aeufseren und enthalten aufser den Stallräumen im nördlichen und südlichen Theil im Mittelbau Untersuchungs-, Verordnungs-, Operations- und Demonstrationsräume nebst Dirigentenzimmer, sowie Geschirr- und Futterkammer usw.

II. Zu der zweiten, den etwa 1550 qm grofsen Anatomiehof umschliefsenden Gruppe östlich von der vorigen gehören: a) das anatomisch-zoologische und pathologisch-anatomische Institut im Norden und b) das physiologisch-chemische Institut im Süden des Hofes. Ersteres, ein dreigeschossiger Bau, enthält die Institute für Anatomie und für Zoologie, bezw. vergleichende Anatomie im östlichen, für pathologische Anatomie der Thiere im westlichen Theile, gemeinsam. In letzterem werden die Studirenden über die krankhaften Zustände und Vorgänge und namentlich in der Vornahme von Sectionen der in den Kliniken der Hochschule gefallenen Thiere und der von auswärts geschickten Cadaver, in der Deutung der Leichenbefunde und in der Feststellung der Todesursache mit Hülfe der mikroskopischen, chemischen und bakterioskopischen Untersuchung praktisch unterwiesen, und daher ist das Schwergewicht auf die passende Gestaltung und Lage der Obductionsräume und der zu den letztgenannten Untersuchungen bestimmten Räume gelegt. Der Anatomiehof wird gegen Osten durch:

c) das Macerationshaus abgeschlossen, an das ein Gebäude mit den Ställen für die Anatomiepferde und den Versuchsställen für das physiologische und das pathologisch-anatomische Institut angebaut ist. Das Macerationshaus dient zur unschädlichen Beseitigung der Leichenrückstände aus dem anatomischen und pathologisch-anatomischen Institut und zur Vorbereitung der Knochen zu Sammlungsstücken und zur Aufstellung von Skeletten.

d) Das Kessel- und Maschinenhaus bildet den Abschlufs des Anatomiehofes gegen Westen; es hat seine Lage in unmittelbarer Nähe des anatomisch-pathologischen und physiologisch-chemischen Instituts erhalten, um den für die Centralheizungen dieser beiden Gebäude erforderlichen Dampf auf möglichst kurzem Wege den Heizkörpern zuführen zu können. Die hierfür erforderlichen beiden Dampfkessel haben im östlichen Theil Aufstellung gefunden. Rauch und Gase der Feuerungsanlagen führt ein an der Ostseite errichteter freistehender 30 m hoher Schornstein ab. Die westlichen Räume des Gebäudes sind der Kraftgasanlage zum Betriebe der elektrischen Beleuchtung der Gebäude zugewiesen.

III. Die drei kleineren Baugruppen der Hochschule werden gebildet durch:

a) das Hauptgebäude in der Mitte der Nordfront des Grundstückes an der Strafse,

b) das hygienische Institut mit den beiden zugehörigen Stallbauten im Osten und

c) das Spital für kleine Hausthiere (Hauptgebäude und Nebengebäude) im Westen der ganzen Anlage. Hieran schliefsen sich noch:

d) die Beschlagschmiede und

e) das Gebäude der ambulatorischen Klinik.

a) Das 66 m lange dreigeschossige Hauptgebäude dient zu Verwaltungs- und Repräsentationszwecken und enthält im Erdgeschofs Geschäftsräume, Berathungs- und Directorzimmer, Secretariat, Kasse und Wohnräume für Kassendiener, Secretär und Repetitoren, im Obergeschofs Aula, Bücherei, Hörsaal, Sammlungen und die Dienstwohnung des Directors, wozu einige Fremdenzimmer im Dachgeschofs gehören. Im Kellergeschofs befindet sich aufser der Pförtnerwohnung und den Kellern für die Wohnungen die Räume für die Centralheizung des Gebäudes.

b) Das hygienische Institut besteht aus dem Hauptgebäude und zwei Stallbauten und enthält im Erdgeschofs Geschäftszimmer, Laboratorium, Wasch- und Nährbodenküche, Culturenzimmer und Saal für die hygienischen Curse, Demonstrationshalle und darüber den Hörsaal und Sammlungsraum, photographisches Zimmer nebst Wohnung des Assistenten. Von den beiden nördlich gelegenen Stallgebäuden dient das eine für ansteckend, das andere für nicht ansteckend kranke Thiere.

c) Das Spital für kleine Hausthiere, dessen Gebäude für den Unterricht in der Untersuchung und Behandlung der kleineren Hausthiere, also besonders der Hunde, daneben auch der Katzen und des Geflügels und endlich der Schweine bestimmt sind. Zugleich nehmen diese Bauten noch das pharmakologische Institut in sich auf, weil der Leiter dieses Spitals auch der Vertreter des pharmakologischen Lehrzweiges ist. Die Schweine sind in dem Nebengebäude unter-

gebracht, das von dem Hauptgebäude durch die Laufhöfe für die Hunde getrennt ist.

d) Die Beschlagschmiede südlich vom vorigen hat die doppelte Bestimmung, 1. dafs den der äufseren Abtheilung des Spitals für gröfsere Hausthiere zugeführten huf- bezw. klauenlahmen Pferden und Ochsen, wenn zur Untersuchung erforderlich, die Eisen abgenommen und dieselben mit passendem Beschlag versehen werden — weshalb sie in die Nähe des Spitals gelegt ist —, und 2. dafs die Studirenden in ihr die nöthige praktische Unterweisung in den Arbeiten am Hufe und an den Klauen erhalten.

e) Das Stallgebäude der ambulatorischen Klinik in der südwestlichen Ecke des Grundstücks in der Nähe des hier befindlichen Einfahrtsthores dient zur Unterbringung der von der Hochschule dauernd gehaltenen zwei oder drei Pferde mit den nöthigen Wagen, um diese — zur Vermeidung der Gefahr der Verschleppung von Ansteckungsstoffen in fremde Gehöfte — von den Kliniken und Versuchsställen abzusondern. Denn da erfahrungsgemäfs den stationären Kliniken der Hochschule vorzugsweise Pferde und Hunde zur Untersuchung und Behandlung übergeben werden, während die Zahl der eingestellten kranken Rinder, Schafe, Ziegen und Schweine eine verhältnifsmäfsig kleine ist, so ist, um der hieraus sich ergebenden Unvollständigkeit der praktischen Unterweisung zu begegnen, die Einrichtung getroffen, dafs die Studirenden unter Führung eines Lehrers sich zu Wagen in die Ställe von Viehbesitzern der Stadt und Umgegend begeben können, um das krank gemeldete Vieh an Ort und Stelle unentgeltlich zu behandeln.

IV. Aufser diesen vorerwähnten Gebäudegruppen sind noch als Nebenanlagen anzuführen:

a) Das Pförtnerhaus am nordwestlichen Einfahrtsportale, der Hauptverkehrsader von und nach der Stadt zur Ueberwachung desselben und Auskunftsertheilung auf etwaige Anfragen des mit der Oertlichkeit nicht vertrauten Publicums.

b) Das Unterbeamtenwohnhaus an der Südwestecke neben dem hier befindlichen Einfahrtsthore mit zwei Familienwohnungen, für den Betriebsleiter der elektrischen Beleuchtungsanlagen und den die Centralheizungen überwachenden Oberheizer.

c) Das Gewächshaus in der Nordostecke des Grundstücks, ein kleiner, mit Glasdach und Glaswand versehener Bau, und neben demselben drei Becken für Schlammpflanzen.

Baustoff: Die im allgemeinen einfache und schlichte Architektur der ganzen Bauanlage ist durchweg in den Formen der deutschen Renaissance gehalten. Die Sockel der Gebäude bestehen aus rheinischer Basaltlava, während die architektonischen Gliederungen, wie Gesimse, Fenster und Thürgewände, Sohlbänke, Kämpfer und Bogensteine, Giebelabdeckungen, Bekrönungen usw. aus weifsem Nesselberger Sandstein hergestellt sind. Die Ansichtsflächen haben eine Verblendung aus rothen Ziegelsteinen erhalten. Steile, nach deutscher Art eingedeckte Schieferdächer auf Schalung und Pappunterlage geben den im allgemeinen nicht hohen Gebäuden eine gut wirkende Umrifslinie.

Der Baugrund ist ein tragfähiger Sandboden, der 0,80 bis 1 m unter der Oberfläche beginnt und in einer Tiefe von etwa 7 m in Kies übergeht, wie die angestellten Bohrversuche ergeben haben. Da sich das Grundwasser etwa 2 m unter Erdoberfläche fand, so liegen die Fufsböden der Kellerräumlichkeiten erheblich über dem höchsten Grundwasserstande.

Wege und Anlagen: Die Hauptstrafsenzüge umgeben die oben genannten beiden gröfseren Baugruppen in Form eines grofsen Rechtecks von 180 m Länge und 100 m Breite, an dessen nordwestlicher Ecke die Hauptzufahrt vom Portal neben dem Pförtnerhause einmündet, während die südöstliche und südwestliche Ecke mit den Einfahrtsthoren der südlichen Einfriedigung in Verbindung stehen; diese Fahrwege und schmälere Fufswege vermitteln auch zugleich den Verkehr zu den kleinen Gebäudegruppen. Die Breite der Fahrstrafsen beträgt 4 bis 6 m, soweit sie nicht an einzelnen Stellen noch verringert ist, die der Fufswege 1,5 bis 3 m, sie sind mit einer 2,5 cm starken Schicht aus Gufsasphalt auf 15 cm starker Betonunterlage belegt und mit Bordschwellen eingefafst, wobei auf das nöthige Quer- und Längsgefälle zur Ableitung des Tagewassers Rücksicht genommen ist.

Die 19730 qm grofsen Gartenflächen dienen fast ausschliefslich dem botanischen Studium entsprechend der grofsen Bedeutung der Pflanzenkunde für den thierärztlichen Unterricht, wenn auch die Eintheilung der Flächen und die Anordnung der Bäume und Pflanzen im Anschlufs an die Architektur der Gebäude zur malerischen Belebung bezw. Verdeckung weniger bevorzugter Theile derselben eine harmonische Schönheitswirkung erzielen soll.

Die Einfriedigung des Grundstücks nach aufsen erfolgte durch ein auf 50 cm hoher Sockelmauer stehendes, in bester Schmiedetechnik ausgeführtes eisernes Gitter von 2 m Höhe. Dieses wird am Misburgerdamm durch das Hauptgebäude und an der Nordwestecke durch das Pförtnerhaus mit dem Einfahrtsthor (Abb. 3 Bl. 26) unterbrochen. Die Anschlüsse der Umwährung an diese Bauten und die Ecken des Grundstücks sind ganz in Mauerwerk hergestellt und pergolaartig mit aufgesetzten kleinen Pfeilern und Spalierwerk ausgebildet. Aufserhalb der Einfriedigung sind breite Bürgersteige in Gufsasphalt angelegt.

Beschreibung der einzelnen Gebäude und Anlagen.

1. Das Hauptgebäude

(Abb. 1 bis 5 Bl. 23 u. Abb. 1 Bl. 27).

Das 66 m lange dreigeschossige Hauptgebäude ist in der dem Misburgerdamm zugekehrten Vorderfront durch einen kräftig vortretenden Mittelbau und zwei schmalere Seitenvorsprünge gegliedert und in Anbetracht der Repräsentationszwecke des Gebäudes etwas reicher ausgebildet, als die übrigen Fronten, doch beschränkt sich der architektonische Schmuck hauptsächlich auf das Hauptportal (Text-Abb. 5, ein die Natur versinnbildlichender Kopf am Schlufssteine des Thürbogens und darüber ein Relief mit den allegorischen Figuren von Theorie und Praxis der Thierheilkunde zu beiden Seiten eines springenden Pferdes) und auf den mittleren Giebelaufbau (eine von Säulen flankirte Inschrifttafel und einen mächtigen heraldischen Adler), den Dachfirst des Mittelbaues krönt ein weithin sichtbarer Dachreiter. Die Südseite des Gebäudes wird durch das energische Vortreten der beiden Seitenflügel und des mittleren Treppenhauses vortheilhaft gegliedert und durch die an der einspringenden Ecke des Ostflügels in reicher Holzarchitektur erbaute, zu den Dienstwohnungen des Directors und Secretärs

gehörige Veranda, sowie durch ein über dem Treppenhause errichtetes Uhrthürmchen wirkungsvoll belebt.

Im Erdgeschofs befindet sich östlich neben dem Haupteingang das Dienstzimmer des Pförtners, von welchem abwärts eine Treppe in die im Kellergeschofs gelegene Wohnung desselben führt; geradezu gelangt man in die Flurhalle, deren Kreuzgewölbe von vier polirten Granitsäulen getragen werden. In dem durch einen zweiflügligen Glasabschlufs von der Halle geschiedenen Ostflügel des Erdgeschosses sind zwei Wohnungen für Repetitoren, jede aus Wohn- und Schlafzimmer bestehend, und ferner die Dienstwohnung des Secretärs. Der Westflügel enthält strafsenwärts die der Verwaltung gewidmeten Räume, und zwar zunächst dem Eingang das Berathungszimmer, mit Sitzungstisch, Stühlen, Bücherschränken usw. ausgestattet, sodann das mit Eichenmöbeln versehene Directorzimmer. Von diesem nur durch ein Vorzimmer (Warteraum) getrennt folgt das Secretariat, endlich das Kassenzimmer und Kassengewölbe. Alle diese Räume haben Leimfarbenanstrich. Südlich vom Flur sind zwei Lesezimmer, das eine für die Lehrer, das andere für die Studirenden, endlich befindet sich in der Südwestecke dieses Flügels die Dienstwohnung des Kassen- und Schuldieners.

Eine stattliche doppelarmige Haupttreppe mit 3,50 m breitem Mittellauf und zwei je 2,70 m breiten Seitenläufen führt zum Obergeschofs. Einen besonderen Schmuck des räumlich sehr günstig wirkenden Treppenhauses bildet das reichgeschmiedete eiserne Geländer mit zwei Candelabern auf dem Mittelpodest, das in leichten Farbentönen gehaltene Spiegelgewölbe und die durch Bögen mit einander verbundenen Granitsäulen auf dem oberen Austrittspodest, während die mit farbigen Randfriesen umrahmte Kathedralverglasung der hohen Treppenfenster ein gedämpftes Licht einfallen läfst. Das Obergeschofs enthält im Mittelbau die 10 : 15 m grofse und 6,80 m hohe Aula, auf deren würdige Ausstattung als dem vornehmsten Repräsentationsraume der Hochschule besonderer Werth gelegt ist. Die wirkungsvoll gegliederte Holzdecke, die hohen Wandvertäfelungen mit den reichgeschnitzten Eingangsthüren, der eichene Parkettboden, die farbigen Wand- und Deckenmalereien und die Glasmalereien der drei grofsen Fenster geben diesem Festsaal ein vornehmes Gepräge. Unter dem Bildnifs des Kaisers an der Ostwand der Aula befindet sich auf niedrigem Podium das Rednerpult. Im Westflügel schliefst sich strafsenwärts zunächst der 8,48 × 12,38 m grofse Büchereisaal an. In seiner Mitte steht ein breiter Lesetisch mit zahlreichen Schubladen und offenen Fächern zur Aufnahme von Abbildungen, Plänen usw., sodann vier freistehende Doppelrepositorien mit verstellbaren Einlegeböden und Einzelrepositorien an den freien Wandflächen. Neben dem Büchereisaal folgt das Geschäftszimmer des Bibliothekars; das Ende des Westflügels wird von dem physicalischen Institut eingenommen mit Lehrerzimmer, Sammlungsraum, einem als Werkstatt eingerichteten Flur mit Dunkelkammer und einem 11,5 × 8 m grofsen Hörsaal mit 101 Sitzplätzen (Klappsitzen) auf staffelförmig ansteigenden Bankreihen, in deren Mitte ein von der Tafelwand aus zugänglicher Platz zur Aufstellung des Projectionsapparates frei geblieben ist. Der Vortragstisch ist mit allen für wissenschaftliche Versuche erforderlichen Einrichtungen versehen. An der Südseite des Westflügels befinden sich das Arbeits- und Sammlungszimmer des Lehrers der Botanik, der gleichfalls im vorgenannten Hörsaal seine Vorlesungen hält, sodann noch ein gegen den Flur offener Raum für Kleiderablage. Der Ostflügel des Obergeschosses enthält die Dienstwohnung des Directors, zu welcher zwei besondere Treppen, vorn eine Haupttreppe, hinten eine Nebentreppe hinaufführen. Einige zu derselben gehörige Fremdenzimmer und Kammern sind in dem theilweis ausgebauten Dachgeschofs untergebracht. Das Kellergeschofs enthält aufser der schon erwähnten Pförtnerwohnung und den zu den Dienstwohnungen gehörigen Keller- und Waschküchen namentlich noch die Räume für die Centralheizung. Aufserdem ist daselbst der Erfrischungsraum für die Studirenden, ein Zimmer für den Ausschufs derselben und endlich auch ein Carcer vorgesehen.



Abb. 5. Nördliches Portal des Hauptgebäudes.

Im Kellergeschofs besteht der Fufsboden aus Cementestrich auf Betonunterlage, nur die Zimmer der Pförtnerwohnung sind mit Stabfufsboden in Asphalt ausgestattet. Für die dem allgemeinen Verkehr dienenden Flure im Treppenraum ist Terrazzobelag, für die Aula und die besseren Zimmer der Directorwohnung eichener Stabfufsboden vorgesehen, in allen übrigen Räumen ist gewöhnlicher Dielenfufsboden verlegt. Die Kellerräume, Flure und Treppenhäuser sind überwölbt, die übrigen Räume haben Balkendecken erhalten, die nur in der Aula und im Hörsaal reicher ausgebildet sind. Die Treppen sind massiv, und zwar die Haupttreppen unterwölbt, die Nebentreppen freitragend hergestellt. Zu den Stufen und Podesten ist harter Mehler Sandstein verwandt. Der Dachstuhl ist aus Tannenholz hergestellt und mit deutschem Schiefer auf Schalung und Pappunterlage gedeckt. Die Erwärmung, Beleuchtung und Wasserversorgung

der Räume ist am Schlufs behandelt. — Das Hauptgebäude enthält eine bebaute Grundfläche im Erdgeschofs von 1198 qm, wovon 1178 qm unterkellert sind. Bei den Geschofshöhen des Kellers von 3 m, des Erdgeschosses von 4,33 m und des ersten Stocks von 4,20 m ergibt sich unter Berücksichtigung des höher geführten Mittelbaues an der Nordseite, der Seitenflügel und des zu Wohnräumen ausgebauten Dachgeschosses (zu durchschnittlich 1,30 m Höhe gerechnet) ein Inhalt von 15 119 cbm und mit Hinzurechnung der Veranda von 212 cbm ein Gesamtinhalt von 15 331 cbm, sodafs bei den Gesamtausführungskosten ausschliefslich der inneren Einrichtung von 292 395 ℳ sich als Einheitspreise für 1 qm 244 ℳ und für 1 cbm 19,07 ℳ ergeben.

2. Das klinische Verwaltungsgebäude.

(Abb. 8 bis 10 Bl. 25.)

Der Haupteingang in das aus Keller-, Erd- und Obergeschofs bestehende Gebäude befindet sich in der Mitte der nach Norden gerichteten Vorderfront. Rechts von demselben und bequem für das mit den Kliniken verkehrende Publicum gelegen ist im Erdgeschofs das Geschäftszimmer des Oekonomie-Inspectors untergebracht, in welchem dieser die Aufnahmescheine für die den stationären Kliniken übergebenen Thiere verabfolgt, die erforderlichen Eintragungen und seine sonstige schriftliche Thätigkeit erledigt. Daneben an der Nordwestecke liegt das 5,75 × 6,78 m grofse Sammlungszimmer für chirurgische Instrumente und Apparate und daran anschliefsend südwestlich der Saal für die Hufbeschlagsammlung mit einer Gröfse von 5,75 × 8,54 m. Die in ersterem in schwarzgetönten, innen mit rothem Plüsch ausgeschlagenen Wandschränken untergebrachte chirurgische Sammlung wird ausschliefslich für die Zwecke des Vorlesungsunterrichts verwandt; sie trägt schon deshalb einen ausgesprochenen geschichtlichen Charakter. Auch bei der Aufstellung der Hufbeschlagsammlung in dem ebenfalls mit dunkelgehaltenen Wandschränken, Schautischen usw. ausgestatteten Saal sind die geschichtlich-geographischen Gesichtspunkte stark in den Vordergrund gerückt. In der Achse des Haupteinganges, an der Südseite des Gebäudes, 2 m vorspringend und vom Mittelflur aus auf drei Stufen erreichbar, ist der durch zwei Stockwerke reichende klinische Hörsaal gelegen, welcher in zehn ansteigenden Sitzreihen insgesamt 131 Sitzplätze von je 63 cm Breite enthält und durch vier hochgelegene grofse Fenster von Süden her beleuchtet wird. Die östliche Seite des Erdgeschosses wird von den Räumlichkeiten der Apotheke eingenommen, in welcher die in den Kliniken der Anstalt verschriebenen Recepte „dispensirt“ und die Studirenden in der Anfertigung der Arzneien unterrichtet werden. Nach vorn liegen neben einander das eigentliche Apothekenzimmer und das pharmaceutische Laboratorium. Der erstere, 5 × 7 m grofse Raum mit drei Fenstern enthält in der Mitte einen grofsen Receptirtisch mit vollständiger Einrichtung (Receptirwaage, Schubladen mit den nothwendigen Arbeitsmaterialien usw.) für drei Arbeitende. Seitlich befinden sich die Repositorien für indifferente Arzneimittel, zwischen den Fenstern zwei Schränke für die sogenannten Separanda und für die Gifte. Vor den Fenstern stehen drei Tische, von denen zwei zu den Schreibarbeiten der Studirenden, der mit Schieferplatte versehene dritte zu Abkochungen usw. dient. Ein vierter kleiner Tisch, welcher an der einen Seitenwand aufgestellt ist, trägt eine grofse, bis 5 kg Tragkraft besitzende Waage. Eine vor dem Receptirtisch befindliche Bank für das wartende Publicum und zwei an der Rückwand stehende grofse Schränke, der eine für Verbandmittel, der andere für Kleider bestimmt, vervollständigen die Einrichtung. Das pharmaceutische Laboratorium ist mit einem durch Gas heizbaren Destillationsapparat, einem Abzugschrank für die Ausführung von Arbeiten, welche gesundheitsschädliche Gase entwickeln, einem Tisch zur Vornahme chemischer Arbeiten (Prüfung der Arzneimittel usw.) für drei Laboranten und mit einem Schrank zum Aufbewahren von Geräthschaften für chemische Untersuchungen ausgestattet. An der Südostecke ist das Apothekenwarenzimmer gelegen, dessen Einrichtung aus den nöthigen Gestellen mit Schubladen zur Aufnahme der Arzneivorräthe, einem Geräthеschrank und einem Tisch zum Umfüllen der Vorräthe und zu sonstigen Arbeiten besteht.

Das Obergeschofs des Gebäudes enthält die Dienstwohnungen des Oekonomie-Inspectors, des Apothekers und eines Assistenten, das Dachgeschofs die Leinwandkammer der Anstalt, und das Untergeschofs aufser den Wohnungen des Schmiedes und einer Wärterin die Räume für die Centralheizung und einen Apothekenkeller. Der Keller und die Flure im Erdgeschofs und ersten Stock sowie das Treppenhaus sind gewölbt, sonst sind Balkendecken vorhanden. Der Hörsaal hat sichtbare Holzdecke. Das Gebäude enthält eine bebaute Grundfläche im Erdgeschofs von 444 qm und ist ganz unterkellert, bei den Geschofshöhen des Kellers von 2,83 m, des Erdgeschosses von 4 m und des ersten Stockwerks von 3,62 m ergibt sich ein bebauter Raum von 4640 cbm, sodafs bei den Ausführungskosten von 79 875 ℳ sich als Einheitspreise für 1 qm 179,9 ℳ und für 1 cbm 17,21 ℳ ergeben.

3. Das Spital für gröfsere Hausthiere.

Das Spital für gröfsere Hausthiere (vgl. Lageplan Abb. 1 Bl. 26) zerfällt in zwei Gebäude: das für innerlich kranke grofse Hausthiere (medicinische Klinik) und das für äufserlich kranke grofse Hausthiere (chirurgische Klinik). Bei der Aufstellung der Entwürfe für die Stallgebäude kam an erster Stelle in Frage, ob man sich für die Schaffung weniger grofser Ställe oder einer gröfseren Anzahl kleiner Ställe entscheiden solle. Unleugbar erleichtern die grofsen Ställe die Uebersicht und den Unterricht und gewähren bei einreihiger Aufstellung der Thiere den Vortheil, dafs das Licht von hinten her auf letztere einfällt; sie erschweren aber die Absonderung von Thieren mit ansteckenden Krankheiten und von Schwerkranken, denen thunlichste Ruhe dringend von nöthen ist. Auf der anderen Seite setzen ganz kleine Stallräume einem zweckgemäfsen Unterricht unüberwindliche Hindernisse entgegen. Aus diesen Gründen ist die Anlage mittelgrofser Ställe für je etwa sechs oder acht Pferde gewählt worden, mit der Mafsgabe, dafs für genügend breite Stallgänge Sorge getragen wurde, damit die Studirenden, welche den Lehrer bei den Krankenbesuchen begleiten, den für das Sehen und Hören nöthigen und gesicherten Platz finden. Demgemäfs ist die Breite des Mittelganges auf 3 m, die der Quergänge, wo solche nöthig, auf 4 m bemessen worden.

Die Ställe haben eine lichte Höhe von 4,20 m erhalten und sind mit preufsischen Kappen zwischen eisernen Trägern

überwölbt. Die Hauptträger werden von eisernen Säulen unterstützt. Besonderes Gewicht ist auf die Gröfse der Lichtöffnungen gelegt worden; ihre Gesamtfläche stellt sich auf etwa ein Fünftel bis ein Achtel der Stallgrundfläche, was zur Erzielung einer für die Beobachtung des Zustandes der Insassen und den Unterricht nöthigen Helligkeit geboten erschien. Um diese noch mehr zu steigern, sind für die Verblendung der Innenwände hellgelbe Ziegel gewählt worden. Die Lichtöffnungen sind so hoch angebracht, dafs das seitliche Einfallen des Lichtes, welches die Aufstellungsweise der Thiere mit sich bringt, keinesfalls Nachtheil stiften kann. Die Fenster sind in den Ställen durchweg aus Schmiedeeisen hergestellt und haben in ihrem mittleren oberen Theile nach innen aufschlagende Kippflügel mit seitlichen Backen erhalten. Zur Erzielung der im Sommer, zumal bei greller Sonnenwirkung und auch sonst bei augenkranken und anderen kranken Thieren nöthigen Dunkelheit können die Lichtöffnungen von aufsen mit Läden geschlossen werden. Die Pferdestände besitzen eine Breite von 1,94 bis 2 m, die Rinderstände eine solche von 1,87 m, was mit Rücksicht auf ein bequemes Lager, welches den kranken Thieren zu bieten ist, und auf den Umstand, dafs manche Thiere sich ohne Hülfe gar nicht von ihrem Lager erheben können, zweckmäfsig erschien, auf der anderen Seite aber Uebelstände infolge Sichquerstellens noch nicht befürchten läfst. Die Länge der Stände ist sehr ausgiebig, auf 3,8 m bemessen worden, wodurch der Gefahr thunlichst vorgebeugt ist, dafs die Hörer bei den Stalldemonstrationen, wenn sie einer Thierreihe mit dem Rücken zugekehrt sind, geschlagen werden können. Die Abscheidung der einzelnen Standplätze geschieht in beiden Kliniken durch feste, 1,35 m hohe Trennwände aus Eichenholz, denen sogenannte Trennwandgitter aus Eisen in ganzer oder halber Länge aufgesetzt sind.

Auch die Laufstände, deren Grundflächengröfse zwischen 15 und 20 qm wechselt, sind durch 1,35 m hohe eichene Holzwände mit 0,80 m hohen eisernen Aufsatzgittern abgeschlossen. Nur bei den Laufständen für ansteckend kranke Pferde ist in voller Höhe Holzwand gewählt; hier sind auch die Aufsatzgitter der Trennwände für die Einzelstände mit Blende versehen worden. Oeffnung und Schlufs der Laufstandthüren geschieht durch vertieft angebrachte Federschlösser. Im Interesse der Reinhaltung sind die Wandflächen oberhalb der Krippentische in sämtlichen Einzelständen, mit Ausnahme eines Stallraumes in jeder Klinik, und die in Kopfhöhe der Pferde befindlichen Mauerstreifen über der inneren Holzbekleidung der Laufstände 95 cm hoch mit elfenbeinfarbigen glasirten Fliesen belegt und mit Randfriesen umrahmt.

Angesichts der mit Rücksicht auf den Unterricht und die für kranke Thiere doppelt nöthige Reinhaltung der Luft so reichlich ausgefallenen Raumbemessung, die so weit geht, dafs auf das einzelne Stück Grofsvieh ein Luftraum von etwa 70 cbm entfällt, könnte die Befürchtung rege werden, dafs es den Ställen an der für die Insassen nöthigen Wärme fehlen möchte. Dieses Bedenken könnte indes höchstens für die beiden Endställe der Kliniken mit ihren drei Aufsenwänden eine gewisse Berechtigung in Anspruch nehmen, für die übrigen mit ihrer geringen Aufsenwandfläche sicherlich nicht. Aber auch für die ersteren wird es schon dadurch sehr in den Hintergrund gedrängt, dafs als Mauersteine gut poröse Ziegeln verwandt wurden, welche als schlechte Wärmeleiter den Stall im Sommer vor ungebührlicher Erwärmung, im Winter vor übermäfsiger Abkühlung schützen. Ueberdies ist zu beachten, dafs die im Mittelpunkt jeder Klinik befindliche Demonstrations- und Operationshalle mit zwei eisernen Dauerbrandöfen von beträchtlicher Gröfse und mehrere beiderseitig befindliche Zimmer mit Heizvorrichtungen ausgestattet sind, und dafs von den Hallen durch die von ihnen ausgehenden breiten Mittelgänge erwärmte Luft in die Ställe einströmt. Es ist deshalb vorläufig davon Abstand genommen worden, die letzteren mit Central- oder Ofenheizung zu versehen, welche, von sonstigen Unzulänglichkeiten der ersteren abgesehen, namentlich das Bedenken aufkommen lassen, dafs die längere Zeit unter ihrem Einflusse befindlich gewesenen Thiere, wenn sie in ihre früheren Aufenthaltsorte zurückgekehrt sind, unliebsame Erkältungszustände sich zuziehen möchten. Sollte sich weiterhin herausstellen, dafs die gegenwärtige Gestaltung der Kliniken der Warmhaltung und Lüftung der Stallräume nicht genügend Rechnung trägt, so dürfte die Herstellung passender Heizanlagen keine erheblichen Schwierigkeiten bieten.

Es versteht sich, dafs den Stallräumen in Ständen, Laufständen und Gängen ein luft- und wasserdichter Fufsboden gegeben ist, damit nicht einerseits fäulnifsfähige Stoffe und Kleinlebewesen in ihn eindringen und anderseits üble Gase und krankmachende Spaltpilze aus ihm hervortreten und in die Stallluft entweichen können. In dem gröfseren Theil der Kliniken sind im allgemeinen als Pflaster hart gebrannte, hochkantig versetzte und mit Cement vergossene Klinker gewählt worden. Im Interesse der Belehrung der Studirenden ist indes auch ein Stallraum der chirurgischen Abtheilung, der namentlich die schwerlahmen Pferde aufnehmen soll, mit Holzklotzpflaster belegt; die eichenen Klötze sind in Steinkohlentheer gekocht und auf einer Unterlage von Beton in Asphalt versetzt. In einem anderen Stalle besteht der Fufsboden aus geriffelten Thonplatten, in einem dritten für kranke Rinder bestimmten aus Cementestrich, der zur Verhütung des Glattwerdens eine netzartig gerillte Oberfläche erhalten hat. Nur der Fufsboden der Kolik-Wälzräume und des Rundstalls für gehirnkranke Thiere besteht aus festgestampftem Lehmschlag. Das Gefälle der Standplätze beträgt auf ihre ganze Länge 7 cm; die hinter den Ständen und Laufständen verlaufenden, aus besonders geformten Thonplatten hergestellten Jaucherinnen sind offen, weil dem Auge und dem Besen so am besten zugänglich, hergestellt; der Abflufs der Jauche und des Spülwassers aus ihnen in die Canäle erfolgt durch leicht zu reinigende und mit Geruchverschlufs versehene Jauchesammeltöpfe.

Aus demselben Grunde, zur Unterweisung der klinischen Prakticanten in den Stalleinrichtungen, ist auch Gewicht darauf gelegt worden, verschiedene Lüftungseinrichtungen, verschiedenartige Halfterführungen und mehrere Arten von Krippentischen anzubringen. Als Stoff für die letzteren ist in den Kliniken durchweg Gufseisen gewählt, in einigen Ställen ist neben dem emaillirten Troge ein gufseiserner Heukasten dieser oder jener Form in den Futtertisch eingesetzt, während in anderen aufstehende Raufen mit Einlagegitter Verwendung gefunden haben. Von den wenig zweck-

mäfsigen eisernen Korb- oder fortlaufenden Sprossenraufen über den Krippenschüsseln, welche zur Untersuchung dummkolleriger Pferde ja nicht wohl entbehrt werden können, ist nur insofern Gebrauch gemacht worden, als in einem Stall der inneren Abtheilung Vorkehrungen getroffen sind, solche Raufen, wenn nöthig, einzuhängen. In je einem Stall beider Kliniken sind die Wände ausnahmsweise durch Lattirbäume getrennt, um die mehr oder minder empfehlenswerthe Befestigungsweise derselben kennen zu lehren.

Um das bei gewissen Krankheitsfällen nachtheilige Niederlegen der Pferde zu verhindern, müssen diese vermittelst Hängegurten in der Schwebe gehalten werden. Zu diesem Zwecke sind in einigen Ständen beider Kliniken an den Deckenträgern fachwerkartige, verstrebte Gestelle aus Schmiedeeisen angebracht, die mit einer oberen und vier unteren Seilrollen vorsehen sind. Die Höhe der Gestelle beträgt 1,60 m, die Länge 1,50 m und die Breite 1 m. Die unteren Rollen, über welche die vier Seile der Hängegurte geführt werden, mufsten möglichst tief unter der Decke liegen, damit die Pferde nicht hin- und herschaukeln. Das Hochziehen erfolgt zum Theil mit der Hand, zum Theil durch besondere Windevorrichtungen.

Die äufseren Eingangsthüren der Stallräume schlagen nach aufsen so weit auf, dafs sie sich ganz gegen die Aufsenmauern legen und an diesen festgestellt werden können. Die inneren Kanten der Thürleibungen sind überall, wo erforderlich, mit abgerundeten Pfeilerschutzecken aus Walzeisen bekleidet worden.

a) Das Gebäude der medicinischen Klinik

(Abb. 1, 2 u. 4 bis 6 Bl. 24 und Abb. 3 Bl. 27)

zur Aufnahme von innerlich kranken und zur Untersuchung auf Gewährfehler zugeführten Thieren bildet in 91 m Länge den östlichen Abschlufs des Klinikhofes und besteht aus einem zweigeschossigen, rd. 45 m langen, 17 m tiefen Mittelbau mit hofwärts flankirenden Treppenthürmen und beiderseits sich anschliefsenden eingeschossigen Flügelbauten. Die Stallräume haben fünf äufsere Eingänge erhalten, zwei an der Westseite in den Flügeln, einen an der Ostseite neben dem hier angebauten Rundstall für gehirnkranke Pferde und je einen an dem Nord- und Südgiebel. Zu den Verwaltungs- und Arbeitsräumen im Mittelbau und den im Obergeschofs des letzteren befindlichen Wohnungen der Assistenten und Stallwärter gelangt man durch zwei in den Treppenthürmen befindliche Hausthüren, während ein 2,50 m breites zweiflügliges Thor in der Mittelachse unmittelbar vom Klinikhofe in die 5 × 12 m grofse Ambulantenhalle führt, in der die Thiere Unterkunft finden, welche von den Besitzern während der klinischen Unterrichtsstunden nur zum Zwecke der Ratherholung wegen eines innerlichen Krankheitszustandes oder zur Untersuchung auf Fehler, wenn es sich um den Ankauf derselben handelt, zugeführt und wieder mitgenommen werden. Auch die Thiere, welche der Klinik wegen innerlicher Leiden oder zur Feststellung von Gewährmängeln übergeben werden, finden bis zur Entscheidung der Art ihrer Unterbringung hier zunächst Aufstellung. Zu diesem Behufe sind an den Wänden, welche bis zur Höhe von 2,30 m glatt gebügelten Cementputz mit Oelfarbenanstrich erhalten haben, 10 Anbinderinge angebracht; in einer Ecke ist ein Untersuchungsstand eingerichtet. Der Fufsboden ist zur Ermöglichung ordnungsmäfsiger Desinfection mit Cementestrich belegt.

An der einen Seite der Halle, durch eine Thür von ihr aus zugänglich, befindet sich die 5 × 6 m grofse Verordnungs- und Wachtstube, in welcher die Recepte geschrieben und die groben Apparate und Instrumente — Wurfzeuge, Bremsen, Maulgatter, Zahnmeifsel usw. — aufbewahrt werden. Aufserdem steht sie den Prakticanten zur Verfügung, die hier ihre Stadtkleider und Instrumente ablegen — zu diesem Zweck ist sie mit 10 verschliefsbaren Schrankabtheilungen, jede für zwei gemeinsam thätige Klinicisten versehen —, ihre Untersuchungsbefunde vermerken und sich in ihr aufhalten, wenn sie wegen schwerkranker Thiere längere Zeit, auch während des Abends und der Nacht, in der Klinik verweilen müssen. Aus diesem Grunde ist sie in die nächste Nähe der Kolikwälzräume und der Tobzelle gelegt worden.

Von der Ambulantenhalle führt eine breite, für gewöhnlich geschlossen gehaltene Glasthür in die Demonstrationshalle, in welcher der propädeutische medicinisch-klinische Unterricht stattfindet, die auch in dieser Klinik nöthigen gröfseren operativen Eingriffe ausgeführt werden und der Leiter derselben heute an diesem, morgen an jenem Krankheitsfall einen eingehenden, durch Uebungen in den verwickelten Untersuchungsweisen unterstützten Vortrag hält. Die Halle hat eine Grundfläche von 10 × 12 = 120 qm, eine Höhe von 7,50 m, wird durch drei 2,70 m breite und 4,20 m hohe Fenster, deren obere Mitteltheile als Lüftungsflügel eingerichtet sind, erhellt und ist an den Wänden bis zur Höhe von 2,50 m mit Schmelzfarbe, darüber mit Leimfarbe gestrichen. Der Fufsboden besteht auch hier aus Cementestrich, welcher in gröfserer Ausdehnung mit Kokosmatten belegt wird; die Erwärmung geschieht durch zwei grofse eiserne Dauerbrandöfen, die mit eisernem Schutzgeländer umfriedigt sind. Wandbecken mit Zu- und Abflufs von kaltem und warmem Wasser, Stechcontacte für die elektrische Durchleuchtung der Körperhohlräume, ein Schrank für grobe Apparate und Arzneien, ein Tisch zur Aufstellung von Befunddictaten, eine Wandtafel, zwei Eisenstangen mit verschiebbaren Haken zum Aufhängen von Abbildungen und ein Apparat zum Niederlegen gröfserer Thiere mit umlegbarer Matratze vervollständigen die Einrichtung. Von der Aufstellung fester Podien ist Abstand genommen. Zu beiden Seiten dieser im Mittelpunkte des Gebäudes gelegenen Hallen haben vornehmlich die wissenschaftlichen und Geschäftsräume der Klinik Platz gefunden. Nordwärts, nach der Seite des Klinikhofes zu, sind das Geschäftszimmer des Leiters der Klinik, das sowohl von dem mittleren Längsflur wie auch vom Treppenhause aus zugänglich ist, und daneben das Laboratorium desselben untergebracht, letzteres mit Einrichtungen für mikroskopische, bakteriologische und chemische Arbeiten ausgestattet. Gegenüber, an der Hinterseite, befindet sich das dreifenstrige, 5 × 8,40 m grofse klinische Untersuchungszimmer, in welchem die Prakticanten angeleitet werden, durch mikroskopische bezw. chemische Analyse der Hautausschläge, Ausflüsse, Urine usw. die klinische Diagnose zu sichern. Aufserdem dient dasselbe dem Assistenten als Arbeitszimmer, sowie zur Aufbewahrung der in der Klinik zu benutzenden feineren Instrumente, der Arzneien für den

täglichen Gebrauch und der klinischen Acten und Formulare. Neben diesem Untersuchungszimmer, nach der Demonstrationshalle zu, ist mit Rücksicht auf die erheblichere Bedeutung, welche die Hydrotherapeutik neuerdings anzunehmen beginnt, ein kleiner Laufstand als Baderaum für grofse Hausthiere eingerichtet worden. Ein grofser durch Gas geheizter Warmwasserumlaufofen mit oberhalb befindlichem Behälter ermöglicht es, dem Wasser jeden gewünschten Wärmegrad zu geben; durch eine leicht bewegliche Brause wird dieses von der Decke auf das Thier herabgeleitet. In demselben Raum befindet sich auch eine Vorrichtung zu Inhalationen; sie besteht aus einem krippentischartig aufgemauerten, 0,90 m hohen Behälter mit einer von allen Seiten geschützten Gaskocheinrichtung und einem über dieser stehenden emaillirten Verdampfungsgefäfs; letzteres ist oberhalb mit einem Gitter bedeckt, sodafs die Thiere die Inhalations-Ingredienzien nicht berühren können. Mit Rücksicht auf die häufige und reichliche Entwicklung von Wasserdämpfen ist dieser Bade- und Inhalationsstand mit einer dicht schliefsenden eisernen Thür ausgestattet worden. Nebenbei soll dieser Stand auch für die Zwecke der Augenuntersuchungen Verwendung finden; zu diesem Behufe kann der Raum durch ein aus schwarzem Stoff hergestelltes Rouleau in einfacher Weise verdunkelt und durch eine bewegliche, an einen Stechcontact angeschlossene elektrische Glühlampe künstlich beleuchtet werden.

Abb. 6. Stall der inneren Abtheilung des Spitals für gröfsere Hausthiere.

Zur anderen Seite des klinischen Untersuchungszimmers ist die Geschirrkammer des Wärters für die unmittelbar daneben befindlichen Stallräume gelegt worden, in welcher dieser die ihm aus den Beständen der Hochschule überwiesenen Geschirrstücke und Decken für die von ihm zu verpflegenden Thiere, seine groben Geräthschaften, das Putzzeug, sowie die ihm übergebenen Arzneimittel und Apparate aufzubewahren hat.

Südwärts von der Ambulanten- und Demonstrationshalle liegen die schon beschriebene Verordnungs- und Wachtstube, eine Geschirrkammer mit entsprechender Bestimmung und Einrichtung für den Wärter der an dieser Seite befindlichen Ställe und die Futterkammer dieser Klinik mit ihren hölzernen Futterkästen, einem Cementtroge für Mohrrüben und Gestellen für Mafse und Futterschwingen. Stroh und Heu, sowie Hafer, Häcksel und Kleie werden durch senkrechte, mit inneren Zinkrohren und oberen Schüttvorrichtungen versehene Holzschlote unmittelbar vom Futterboden nach unten geleitet. Die baulichen Verhältnisse machten es in dieser Klinik nöthig, den Futterschlot in den nach der Tobzelle führenden Stallgang, jedoch in möglichste Nähe der eigentlichen Futterkammer zu verlegen.

Gegenüber diesen drei Räumen, an der Hinterseite, sind neben einander zwei Kolikwälzräume eingeschaltet, jeder 5×6,25 m grofs und durch besonders feste Eichenholzwände mit eisernem Aufsatzgitter unter sich und gegen die Stallgänge abgegrenzt. In der Ecke jeder dieser beiden grofsen Stände befindet sich eine gemauerte, innen und aufsen cementirte Krippenschüssel, die das Getränk, oder auch Futter aufzunehmen hat. Die Innenwandungen sind mit Kokosmatten bekleidet, der Lehmschlagfufsboden soll durch reichliche Strohstreu weich gehalten werden.

Ein seitlicher Stallgang neben dem zweiten Wälzraum führt nach hinten zu der dem Gebäude angefügten Tobzelle für gehirnkranke Thiere. Die Wände dieses 6 m im Durchmesser grofsen Rundstalles sind etwa 2 m hoch mit Böschung gemauert, von jeglichen Vorsprüngen frei und mit Cement glatt geputzt. Für die Fütterung, wenn solche erforderlich, wird eine Krippe über die halbhohe, entsprechend abgeschrägte Innenthür gehängt.

Die eigentlichen Stallräume (Text-Abb. 6) sind in die beiden seitlichen eingeschossigen Flügel des Gebäudes verlegt worden. Zu denselben führen von der Demonstrationshalle aus breite Gänge zwischen den eben beschriebenen Räumen hindurch, sodafs das ganze Erdgeschofs innen von dem einen bis zum anderen Ende übersehen und jeder Insasse, ohne erst ins Freie zu müssen, in die Halle geführt werden kann.

An dem Nordende dieser Klinik befinden sich zwei Ställe für ansteckend kranke Thiere, der erstere mit vier Einzel- und zwei Laufständen, der andere mit zwei Einzel- und zwei Laufständen, beide durch Glasthüren mit beiderseitigen Schutzgittern unter sich, der erstere in derselben Weise gegen das Mitteltheil des Gebäudes abgeschlossen. Beide besitzen auch, wie schon oben erwähnt, eine besondere Eingangsthür, die eine von dem Klinikhof, die andere von der Giebelseite her. So eröffnet sich die Möglichkeit, kranke Thiere abzusondern und gleichzeitig Thiere mit verschiedenen Infectionskrankheiten unbedenklich aufzunehmen.

Der Südflügel wird von drei Stallräumen für Thiere mit nicht übertragbaren Krankheiten eingenommen: in dem ersten vom Mittelbau aus sind sechs Einzelstände und ein Laufstand, in dem zweiten drei Laufstände und in dem Endstall drei Stände für innerlich kranke Rinder und drei Pferdeställe eingerichtet. Die beiden letzteren Stallräume haben besondere Zugänge von aufsen erhalten. Sonach verfügt die medicinische Klinik über 18 Einzel- und 8 Laufstände, dazu kommen die zwei Wälzräume und eine Tobzelle. Durch Einhängen von Lattirbäumen

in die Laufstände kann die Zahl der aufzunehmenden Thiere entsprechend vergröfsert werden.

In dem Obergeschofs des Mittelbaues, in das an der Westseite die Demonstrationshalle hineinragt, befindet sich über der Ambulantenhalle ein 60 qm grofser Saal, welcher nebst einem anstofsenden kleineren Zimmer der Klinik für Sammlungs- bezw. Arbeitszwecke zur Verfügung steht. In dem nordwärts gelegenen Theil des Obergeschosses sind zwei Stallwärterwohnungen, in dem südlichen Wohnungen für Assistenten und Unterassistenten eingerichtet. Ueber den eingeschossigen Flügelbauten liegen nur Bodenräume. Von diesen hat der südliche über den Stallungen für nicht ansteckende Krankheiten als Futterboden dieser Klinik zu dienen, von dem die Futterschläuche nach unten führen. In ihn sind eine Kammer für Hafer und Kleie und zwei Geschirrkammern eingebaut, deren eine den Vorrath der der Anstalt gehörigen Beschirrungsgegenstände, der neuen Schwingen, Besen usw. aufnehmen, die andere von dem Wärter der darunter gelegenen Ställe dazu benutzt werden soll, die Geschirrstücke und Decken der bei ihm eingestellten Pferde bis zu ihrem Abgang aufzubewahren. Eine gleiche Kammer steht dem Wärter der ansteckend kranken Thiere auf dem nördlichen Bodenraum zur Verfügung. Die hier aufbewahrten Geschirrstücke haben vor ihrer Abgabe den im Kesselhause aufgestellten Desinfectionsapparat zu durchlaufen. Im übrigen dient dieser Bodenraum nur als Speicher.



Abb. 7. Aeufsere Abtheilung des Spitals für gröfsere Hausthiere.

b) Das Gebäude der chirurgischen Klinik.

(Abb. 3 Bl. 24.)

Die äufsere Gestaltung dieses den Klinikhof westlich begrenzenden Gebäudes (Text-Abb. 7) ist dieselbe wie bei der gegenüberliegenden medicinischen Klinik, nur mit dem unwesentlichen Unterschiede, dafs die Operationshalle an der Westseite um 2 m weiter hervortritt und ein der Tobzelle entsprechender Anbau hier nicht vorhanden ist. Ebenso stimmt die innere Einrichtung, abgesehen von den durch die Zweckbestimmung gebotenen Aenderungen, mit der der medicinischen Klinik überein. Auch in der Lage der äufseren Eingangsthüren ist nur an der Westseite eine Abweichung zu bemerken. Man betritt wiederum vom Klinikhofe aus die in der Mittelachse befindliche 5×12 m grofse Ambulantenhalle, erreicht von dieser links die entsprechend eingerichtete Verordnungs- und Wachtstube und geradeaus die Operations- und Demonstrationshalle. Diese hat durch den schon erwähnten stärkeren Ausbau die beträchtliche Gröfse von 12×12 m erhalten und wird nicht nur durch drei mächtige Fenster an der Westseite, sondern auch durch zwei in dem vorspringenden Bautheil angebrachte Seitenfenster erhellt. Fufsboden, Behandlung der Wandflächen, Wasserbecken mit Zu- und Abflufs von kaltem und warmem Wasser, Oefen und sonstige innere Einrichtung sind im wesentlichen dieselben wie in der Demonstrationshalle der inneren Abtheilung, nur mufsten hier in beiden Fensterecken zwei dreistufige feste Podien aufgestellt werden, um bei den Operationen ein gleichmäfsiges Sehen für eine gröfsere Zahl von Klinicisten zu sichern. An den Fensterpfeilern zwischen den beiden Podien sind Aufzugsvorrichtungen mit Seilrollen angebracht; an diesen wird die 3,50 m lange, 3 m breite, mit Rindsleder überzogene Matratze, auf welcher hier das Niederlegen der Thiere vorzugsweise erfolgen soll, aufser der Zeit ihres Gebrauchs aufgehängt. Aufserdem ist an einer anderen Stelle der Wand eine starke Schieferplatte zum Aufstellen von Sterilisationsapparaten befestigt und ebenso wie die Oefen mit einem Schutzgitter umfriedigt. — Nordwärts von den beiden in der Mitte angeordneten Hallen schliefst sich an der Hinterseite zunächst ein Instrumenten- und Verbandszimmer an, welches von der Operationshalle unmittelbar zugänglich ist. Auf dieses folgt das $5 \times 8{,}40$ m grofse klinische Untersuchungszimmer und weiter die Geschirrkammer für den Wärter der an dieser Seite belegenen Ställe. Gegenüber diesen Räumen, nach der Seite des Klinikhofes zu, befindet sich das auch von dem Flur des nördlichen Treppenhauses aus zugängliche Geschäftszimmer des Leiters dieser Klinik. Zwischen dasselbe und die Ambulantenhalle sind zwei kleinere Laufstände eingeschaltet. Südlich von den Hallen an der Vorderseite liegt die schon namhaft gemachte Verordnungs- und Wachtstube. An sie stöfst ein Augenuntersuchungsraum, welcher mit den nöthigen Verdunklungsvorrichtungen und elektrischem Stöpselcontact versehen ist, und endlich die Geschirrkammer des Wärters der südlichen Ställe.

Gegenüber diesen Räumen an der Hinterseite sind drei Einzelstände für Fufsbäder (Text-Abb. 8) neben einander eingerichtet. Die 30 cm tiefen Becken sind gemauert und mit Cement geputzt; jedes derselben ist durch eine mittlere Querwand in eine vordere und hintere Abtheilung geschieden und mit Wasserabflufs versehen. Durch einen 3,91 m breiten Gang von ihnen getrennt, folgt weiter ein grofser Laufstand, und den Abschlufs dieser Seite bildet die Futterkammer dieser Klinik, in welche die Schüttvorrichtung von dem Futterboden her unmittelbar einmündet.

Der eingeschossige Nordflügel des Gebäudes enthält zwei Stallräume, der eine mit acht Einzelständen, der andere mit vier Einzel- und zwei Laufständen, beide durch eine Glasthüre von einander geschieden und mit besonderen Aufseneingängen versehen. Im Südflügel sind drei ebenfalls getrennte Stallabtheilungen untergebracht; die eine mit acht Einzel-, eine zweite mit drei Laufständen (Text-Abb. 9) und die dritte am Ende der Klinik mit drei durch Lattirbäume geschiedenen Pferdeständen und drei Ständen für äufserlich krankes Rindvieh. Auch diese drei Ställe haben besondere Zugänge von aufsen.

Die chirurgische Klinik verfügt sonach insgesamt über 29 Einzel- und 8 Laufstände. Auch in dieser Klinik kann jeder Insasse von seinem Standplatze aus in die Operations- und Demonstrationshalle gebracht werden, ohne das Freie zu betreten.

Abb. 8. Einzelstände für Fufsbäder (Chirurgische Klinik).

Ueber der Ambulantenhalle im Obergeschofs des Mittelbaues liegt ein 60 qm grofser Saal, welcher nebst einem anstofsenden Zimmer zu Sammlungs- und Arbeitszwecken dienen soll.

In dem nordwärts gelegenen Theil des Obergeschosses sind Wohnungen für zwei Stallwärter, in dem südlichen für Assistenten und Unterassistenten hergerichtet. Der Futterboden befindet sich auch in dieser Klinik über den südlichen Stallräumen und enthält eine Geschirrkammer, in welcher der Wärter dieser Seite die mit den kranken Thieren gekommenen Geschirrstücke aufzubewahren hat; eine gleiche Kammer ist für den Wärter der nördlichen Stallungen auf dem Bodenraum eingerichtet.

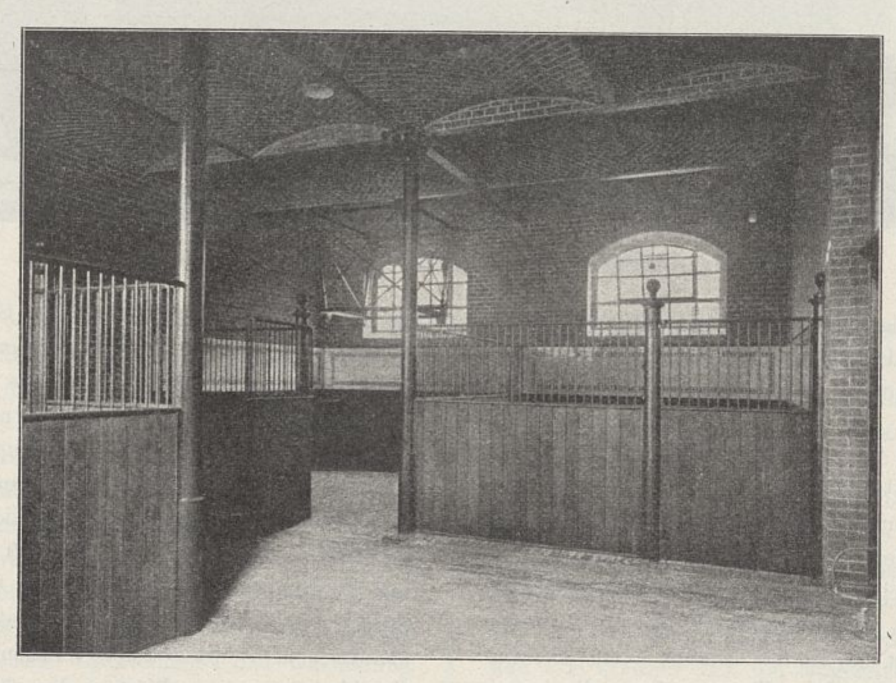


Abb. 9. Einzelstände der äufseren Abtheilung des Pferdespitals.

Zur Förderung der Wiederherstellung genesender und chronisch kranker Thiere durch ungebundene Bewegung in freier Luft sind an den Hinterseiten beider Kliniken je drei Laufkoppeln von 115 bis 240 qm Gröfse angelegt worden. Durch die in den hinteren Längsseiten beider Spitalgebäude vorgesehenen äufseren Eingangsthüren wird das Betreten der meisten Koppeln unmittelbar von den Stallräumen aus wesentlich erleichtert. Die Einfriedigung besteht aus gufseisernen Standsäulen mit seitlichen Taschen, in welche drei übereinander liegende wagerechte Stränge von starken Gasrohren eingeschoben sind. Jede Koppel besitzt einen besonderen Zugang von aufsen und steht mit der angrenzenden in Verbindung; als Verschlüsse sind Schiebethüren mit unteren Rollen gewählt. Neben der äufseren Längsseite der Koppeln sind hochstämmige Ulmen gepflanzt worden, welche den nöthigen Schatten spenden sollen.

Die Keller, Stallräume und Flure im Erdgeschofs, sowie Flure und Treppenhäuser im ersten Stockwerk sind gewölbt, sonst sind im ersten Stockwerk sowie in den Verwaltungsräumen, dem Zimmer des Leiters, der Futter- und Geschirrkammer im Erdgeschofs Balkendecken, in der Demonstrationshalle sichtbare Holzdecken vorhanden.

Das Gebäude der medicinischen Klinik hat eine bebaute Grundfläche im Erdgeschofs von 1390 qm, wobei ein Kelleranbau 42 qm beträgt. Bei den Geschofshöhen der Flügel von 5,03 m und des Mittelbaues im Erdgeschofs von 4,50 m und im ersten Stockwerk von 3,42 m, der Tobzelle von 5,23 m und des Kelleranbaues von 2,38 m ergibt sich als umbauter Raum 8864 cbm.

Das Gebäude der chirurgischen Klinik hat eine bebaute Grundfläche im Erdgeschofs von 1365 qm, wobei der Kelleranbau 41 qm ausmacht. Der umbaute Raum beträgt bei denselben Höhen wie oben 8827 cbm. Bei den Gesamtkosten der beiden Gebäude von 269023 ℳ entfallen auf 1 qm 111,52 ℳ und auf 1 cbm 16,74 ℳ.

4. Die gedeckte Reitbahn.

(Abb. 12 bis 14 Bl. 24 und Abb. 4 Bl. 27.)

Die Reitbahn hat im Innern eine Länge von 30 m bei einer Breite von 16 m erhalten und besitzt demnach eine Grundfläche von 480 qm. Da eine reichliche Zuführung von Tageslicht nothwendig war, sind auf allen vier Seiten je drei grofse mit Lüftungsflügeln versehene Fenster angeordnet worden; durch drei an der Nord-, Ost- und Westseite befindliche, nach aufsen aufschlagende Thüren ist die Reitbahn bequem von den beiden grofsen Kliniken und vom Klinikhof aus zugänglich. An der Nord- und Südseite hat das Gebäude je drei den Hauptachsen entsprechende, gleichartig ausgebildete und mit reichen Sandsteinaufsätzen bekrönte Giebelaufbauten und zur Verstärkung der Umfassungswände Strebepfeiler erhalten. Die gefällige Bauart des aus Holz hergestellten Dachstuhles, dessen Binder als vereinigtes Hänge- und Sprengewerk ausgebildet sind, ist von innen sichtbar. Der Fufsboden besteht aus einer festgestampften Lehmschicht und einer darüber gebreiteten Lage guten reinen Sandes. Die Innenwände sind mit einer 2,15 m hohen, etwas geneigten Holzbande bekleidet, die an den drei Eingängen mit zweiflügligen, nach innen aufklappenden Thüren versehen ist. Abends kann der Raum durch zwei elektrische Bogenlampen erleuchtet werden. Die Be- und Entlüftung erfolgt theils durch die Thüren und Fenster, theils durch vier Dachgauben und einen in der Mitte der Dachfirst angeordneten kleinen Dachreiter.

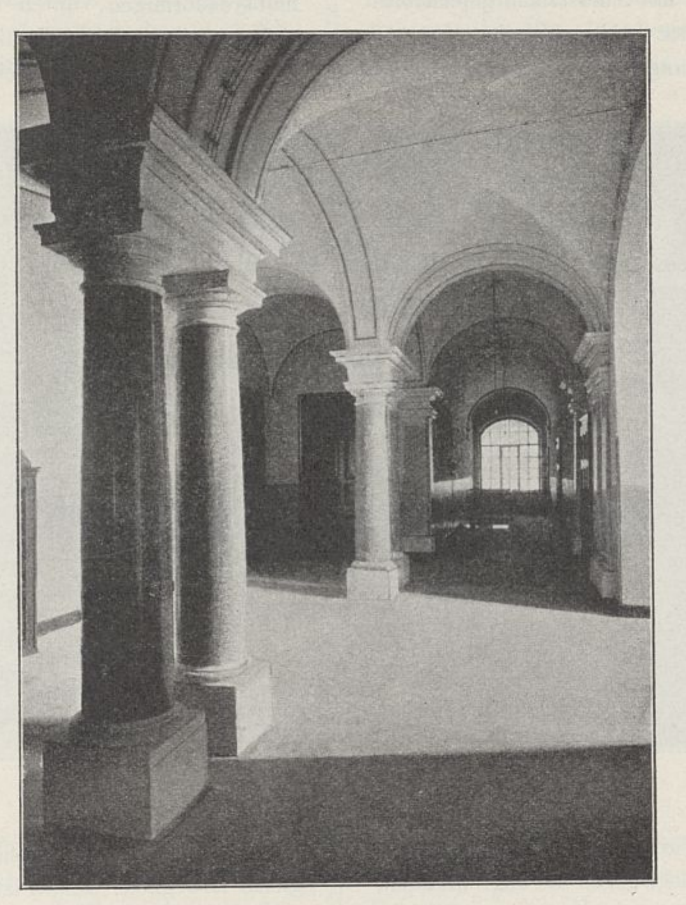


Abb. 10. Flurhalle im Erdgeschofs des anatomisch-pathologischen Instituts.

An der Hinterseite der Reitbahn hat eine Laufgewichts-Brückenwaage Platz gefunden, welche indes nicht allein für die Feststellung der Körpergewichtsänderungen der klinischen Insassen, sondern auch zur Gewichtsprüfung gelieferter Futterstoffe, Kohlen usw. bestimmt ist. Sie liegt an dieser Stelle besonders günstig sowohl zu den Kliniken, als auch zu dem den bezeichneten Zufuhren dienenden Einfahrtsthor. Die 5 m lange und 2 m breite Brücke der Waage, mit einer Wiegekraft von 7500 kg, ist in gemauertem Unterbau eingebaut; die eigentliche Wiegevorrichtung, die mit Wiegekartendrucker und Datumstempel versehen ist, befindet sich neben der Brücke, dicht an der Wand der Reitbahn und ist mit einem eisernen Schutzgehäuse überdeckt.

Bei der bebauten Fläche von 5320 qm und 3083 cbm Rauminhalt betragen die Ausführungskosten 36 495 ℳ, d. h. 68,60 ℳ für 1 qm bebauter Fläche und 11,84 ℳ für 1 cbm umbauten Raumes.

5. Die Düngerstätten.

(Abb. 14 bis 16 Bl. 26.)

Zur Aufbewahrung des in den Ställen aufkommenden Düngers sind zwei Düngerstätten hergerichtet worden. Bei der Schaffung derselben mufste in erster Linie Gewicht darauf gelegt werden, sie so zu legen, dafs die Zufuhr des Dunges aus den Stallungen auf dem möglichst kürzesten Wege erfolgen kann und dafs die Abfuhr desselben thunlichst erleichtert wird. Da die letztere auf Grund von Abmachungen mit dem Abnehmer häufig bewirkt werden kann, war eine bedeutende Gröfse derselben nicht erforderlich. Wohl aber erschien es nothwendig, ihnen Schutz gegen die Sonnenstrahlen zu gewähren, damit der Dünger nicht zu sehr eintrockne. Zur Verhütung einer Werthverminderung war es ferner geboten, dafür Sorge zu tragen, dafs keine Jauche aus den Düngerstätten abfliefsen, kein Tagewasser denselben zufliefsen und ein Versickern der Jauche in den Untergrund nicht stattfinden kann. Nebenher mufste Bedacht darauf genommen werden, den Düngerstätten eine Gestaltung zu geben, dafs sie die Gesamtanlage der Hochschule nicht verunzieren. Unter Würdigung dieser Gesichtspunkte ist je eine Düngerstätte an den Aufsenseiten der Südflügel der medicinischen und der chirurgischen Klinik, 6 m von der Gebäudeflucht entfernt, gelegt worden. Sie sind im Grundrifs rechteckig gestaltet mit einer inneren Länge von 6 m und einer Breite von 5 m; ihre Tiefe beträgt 1 m unter Gelände. Oberhalb des letzteren werden sie von einer 1,20 m hohen Brüstungsmauer umschlossen, die an beiden Längsseiten 3 m breite Oeffnungen für das Zukarren des Düngers von der Spitalseite und für die Abfuhr an der Strafsenseite besitzt. Die vollständig ebene, aus Beton hergestellte Sohle der Gruben und die Innenseite der Umfassungswände sind mit geglättetem Cementputz bekleidet. Vom Pflaster bis zur Sohle ist das Mauerwerk nach innen im Verhältnifs von $1:{}^2/_3$ abgeböscht, damit der Dünger bis an den Rand heran fest lagert und hier nicht der Verschimmelung anheimfällt. Zum Schutze gegen das Eindringen des Tagewassers in die Gruben von den Strafsen her liegen vor den beiden Oeffnungen 20 cm hohe Schwellen aus Basaltlava. Die mit doppelter Papplage auf Schalung abgedeckte, in gefälligen Formen ausgebildete Zimmerarbeit des Dachstuhles wird von zwölf freistehenden, 2 m hohen und durch Kopfbänder verstrebten Holzständern getragen, deren Fufsschwelle auf der Brüstungsmauer ruht. Von letzterer bis zu der weit überhängenden Dachtraufe sind die Düngerstätten an allen Seiten offen gelassen. Gegen die

Sonne wird dem Grubeninhalt ein weiterer Schutz durch Bäume und Sträucher verliehen, welche, abgesehen von der Strafsenseite, um die Düngerstätte herumgepflanzt sind. Die bebaute Grundfläche beträgt 78 qm, der Rauminhalt 339 cbm. Bei 3491 ℳ Kosten entfallen auf 1 qm 44,87 ℳ und auf 1 cbm 10,30 ℳ.

6. Der Klinikhof.

(Abb. 1 Bl. 26).

Da Verwaltungsgebäude und Reithalle noch 11,50 bezw. 14,50 m von den Spitalgebäuden entfernt sind, bleibt für die Einfahrt in den Klinikhof und die Ausfahrt aus demselben hinreichend Raum. Ein Theil des 2600 qm grofsen Hofes wird durch zwei etwa 4 m breite mit Sandsteinen gepflasterte Streifen vor den Mittelbauten der beiden Kliniken in Anspruch genommen, die zur Prüfung der Bewegungsfähigkeit der Thiere dienen und hofwärts durch feste Holzschranken und dahinter gepflanzte Ligusterhecken abgegrenzt sind, während zwei schmalere, gepflasterte Streifen vor den Hoffronten des klinischen Verwaltungsgebäudes und der Reitbahn als Verbindungswege zwischen den beiden Kliniken dienen. Der verbleibende eigentliche Klinikhof in einer Gröfse von über 2000 qm, auf welchem für gewöhnlich die den Kliniken zur Prüfung zugeführten Pferde gemustert, die in das Spital eingestellten Pferde geritten oder gefahren und genesende Thiere bewegt werden, liegt gegen die angrenzenden, mit Bordschwellen eingefafsten Pflasterstreifen etwas vertieft. Zur Trockenhaltung ist in den Boden eine etwa 20 cm hohe Schicht von Ziegelsteinschlag eingebracht und darüber eine 15 cm starke Lage von Sand und Kies gebreitet worden.

7. Das Gebäude für das anatomisch-zoologische und das pathologisch-anatomische Institut.

(Abb. 3 bis 6 Bl. 25 und Abb. 2 Bl. 27.)

Die Gliederung der Fronten dieses dreigeschossigen etwa 60 m langen Gebäudes ist ähnlich der des Hauptgebäudes; der Mittelbau und die querliegenden beiden Seitenflügel treten an der Nord- und Südfront als Risalite hervor, in der Mittelachse der Vorderseite ist ein aus fünf Seiten des Achtecks gebildeter zweigeschossiger und mit Oberlicht versehener Anbau vorgelagert, der einen Theil des anatomischen Hörsaales bildet. Die von einem Adler überragte Sandsteinbekrönung des Mittelbaugiebels ist mit einem Relief geschmückt, das die bekannte Fabel vom Kranich und dem Wolf darstellt. Bezeichnend für das Gebäude sind die zahlreichen und sehr grofsen Fensteröffnungen, durch die den Arbeits-, Unterrichts- und Sammlungsräumen eine gewaltige Lichtfülle zugeführt wird.

a) Anatomisch-zoologisches Institut.

Durch den in der Mitte der Südfront gelegenen Haupteingang gelangt man auf zwölf Stufen in eine von vier polirten Granitsäulen getragene Flurhalle (Text-Abb. 10 S. 197), von wo aus zwei Flügelthüren zu den oberen Sitzrängen des anatomischen Hörsaales (Text-Abb. 11) führen, der durch zwei Geschosse geht und mit seinem Fufsboden in Höhe des äufseren Geländes liegt, während die Decke mit dem Fufsboden des ersten Stockwerks abschneidet und wegen der Eigenartigkeit seiner baulichen Gestaltung und inneren Einrichtung zu den bemerkenswerthesten Räumen der ganzen Anstalt gehört. Er enthält 120 Sitzplätze in amphitheatralischer Anordnung. Die halbkreisförmigen, durch drei Treppen zugänglichen Ränge steigen sehr steil an, damit die Hörer dem unten befindlichen Demonstrationsplatz möglichst nahe gerückt sind. Zum Heben und Fortbewegen von gröfseren Präparaten oder auch ganzen Thiercadavern dienen zwei an Laufkatzen aufgehängte Kettenflaschenzüge, die sich auf einer unter der Decke angebrachten Schwebebahn mit Drehscheibe von unten aus derart vor- und rückwärts rollen lassen, dafs die Demonstrationsgegenstände mit Leichtigkeit in jede Höhe gehoben und nach jeder beliebigen Stelle des Vortragsplatzes bezw. auf den Demonstrationstisch befördert werden können. Letzterer ist auf einem weiter unten erwähnten Schienengleise beweglich; seine Platte läfst sich mittels eines Kugelgelenkes in eine geneigte Lage bringen.

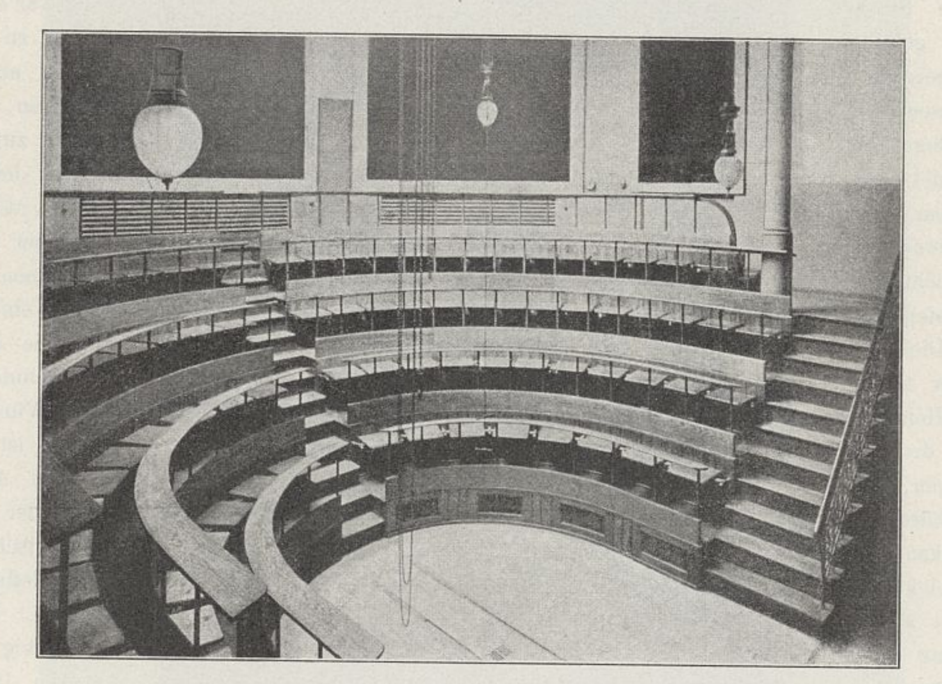


Abb. 11. Hörsaal für Anatomie.

Durch ein über den Sitzrängen befindliches Deckenoberlicht und die in den polygonalen Wänden angeordneten fünf grofsen und hoch gelegenen Fenster erhält der Hörsaal vorzügliches Tageslicht; die Abendbeleuchtung erfolgt durch vier Bogenlampen. Für Projectionen mit elektrischem Licht sind Verdunklungsvorrichtungen wie im Hörsaal des Hauptgebäudes vorgesehen; der Projectionsapparat wird beim Gebrauch vor der untersten Sitzreihe so aufgestellt, dafs die Bilder auf der gegenüberliegenden Wand erscheinen, wo vor zwei grofsen übereinander verschieblichen Tafeln das Bildtuch herabgerollt wird. In unmittelbarer Nähe des Demonstrationstisches ist ein elektrischer Stechcontact zum Anschlufs einer beweglichen Glühlampe vorhanden, mit der die geöffneten Körperhöhlen der Thiercadaver beleuchtet werden können. Die freien Wandflächen zu beiden Seiten der Tafeleinrichtung werden zum Aufhängen von Zeichnungen ausgenutzt. Unter den amphitheatralisch aufsteigenden Sitzplätzen sind im Kellergeschofs zwei besondere Räume geschaffen, nach Osten ein Handsammlungszimmer, nach Westen

die mit Drehbank, Bohrmaschine, Hobelbank usw. ausgestattete anatomische Werkstätte, an welche sich weiter westlich ein Dienerzimmer mit einer gröfseren Spülvorrichtung anschliefst.

Auf den Hörsaal folgen östlich im Untergeschofs das Vorbereitungszimmer, in welchem die anatomischen Präparate für die Vorlesung hergestellt werden, der Demonstrationssaal und der Präparirsaal. Diese beiden letzteren nehmen die Höhe des Keller- und Erdgeschosses ein.

In den 5,60 × 8,83 m grofsen Demonstrationssaal (Text-Abb. 12) wird der Cadaver von Süden her durch eine Durchfahrt hineingeschafft und auf den in einem Schienengleis auf vier niedrigen Rädern laufenden, mit drehbarer Eichenplatte versehenen Secirtisch abgeladen. Das Gleis führt in der einen Richtung durch das Vorbereitungszimmer in den Hörsaal, in der anderen Richtung weiter in den Demonstrationssaal hinein; der Tisch kann hier mittels einer Drehscheibe auf einem Seitenstrang dem halbkreisförmigen, dreistufigen, mit Eisengeländer versehenem Podium genähert werden. Demonstration der Lage der Eingeweide in den Thierkörpern, zu deren Beleuchtung, wie im Hörsaal, eine bewegliche Glühlampe verwandt wird, Zerlegung der Cadaver in kleinere Abschnitte und Einspritzung farbiger erhärtender Massen und conservirender Flüssigkeiten in die Blutgefäfse sind die vornehmlichsten Aufgaben, denen dieser mit grofsem Spülbecken aus Schiefer und mit praktischen Aufbewahrungskästen für die Instrumente und Gebrauchsmaterialien ausgestattete Saal dient. Die hier vorbereiteten Körpertheile werden auf niedrigen, dreirädrigen, mit Eisenplatte belegten Wagen in den Präparirsaal befördert. Dieser stattliche, 10 × 20 m messende Raum wird von drei Seiten, zum Theil auch von der vierten Seite her durch elf mächtige, 4,5 m hohe, 2 m breite Fenster und ein kleineres, über einer unmittelbar nach aufsen führenden Thür befindliches Fenster so erleuchtet, dafs auch zarte Structurverhältnisse der Organe an jeder Stelle desselben gut erkannt werden können. Der Fufsboden besteht ebenso wie im Hörsaal, Demonstrationssaal und Vorbereitungszimmer aus Terrazzo. In diesen sind hier zur Aufrechterhaltung der Ordnung in regelmäfsigen Reihen andersfarbige Felder eingelegt, in welche die 34 kleineren, 1,75 m langen und 0,65 m breiten und vier etwas gröfseren, aus Eichenholz gefertigten, schweren Präparirtische gestellt werden und in denen sie verbleiben sollen. Die Wände sind rings herum in der Höhe von 2 m mit Fliesen bekleidet und darüber mit hellgetönter Leimfarbe gestrichen. An der nicht von Fenstern durchbrochenen westlichen Längswand des Saales befinden sich in zweckmäfsiger Vertheilung neben den Eingangsthüren zwei Schränke für gröfsere Instrumente, Geräthschaften und Leinenzeug, ein grofses Spülbecken aus Schiefer, eine Wandtafel-Einrichtung mit verschiebbaren Platten und eine Waschgelegenheit zum Gebrauch der Studirenden. Die unmittelbar nach aufsen führende grofse Thür an der Ostseite ermöglicht es, sämtliche Tische ins Freie zu setzen und eine gründliche Spülung und Desinfection des Fufsbodens und der Wände vorzunehmen. Abends wird der Saal durch drei elektrische Bogenlampen ausreichend beleuchtet.

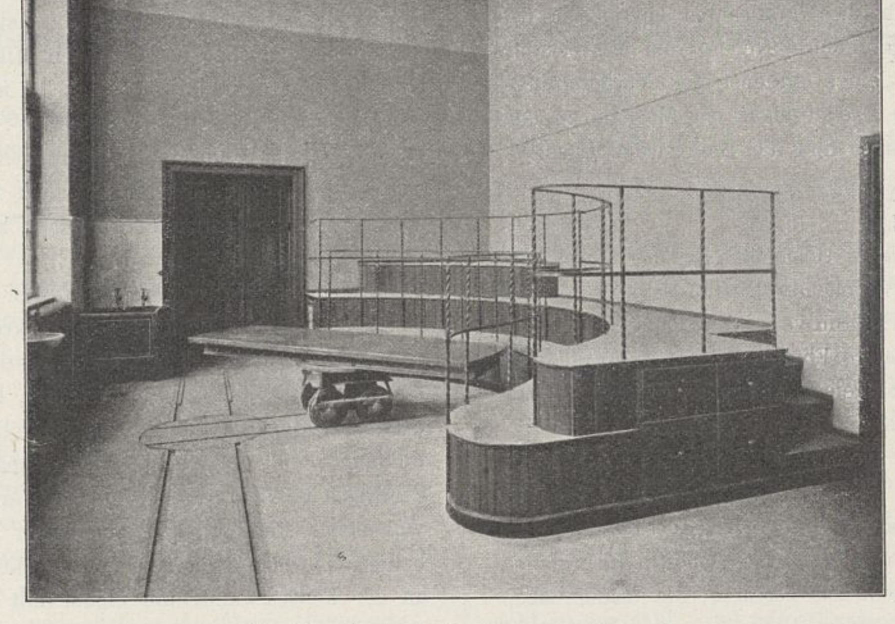


Abb. 12. Anatomischer Demonstrationssaal.

Unmittelbar neben dem Präparirsaal befinden sich im Untergeschofs an der Südseite zwei Kleiderablageräume für die anatomischen Prakticanten, der eine für die Stadtkleider, der andere für die Arbeitskleider und für die Unterbringung der Präparirbestecke und anatomischen Lehrbücher bestimmt; letztere werden in besonderen, mit zahlreichen verschliefsbaren Fächern versehenen Schränken aufbewahrt. Weiterhin folgt ein Clausurzimmer für die Prüflinge, welches aufserhalb der Prüfungszeit als zweites Präparirzimmer dient, mit einem Nebenraum zur Unterbringung von Conservirungsstoffen, endlich gegenüber, hinter dem Hörsaal, ein mit grofsem Eisschrank versehener Kühlraum zur längeren Conservirung anatomischer Präparate und ein Spirituskeller. — Von dem Untergeschofs führt eine dicht vor dem Eingang in den Präparirsaal ausmündende Treppe in das Erdgeschofs, in welchem an der Südseite neben einander das Assistentenzimmer, das Arbeitszimmer des Professors und das mit einem Abzugschrank ausgestattete Laboratorium des letzteren eingerichtet sind. Der Abzugschrank dient zum Maceriren kleiner Objecte in Säuren und zu anderen chemischen Arbeiten. Aufserdem ist für den Professor an der Nordseite über dem Vorbereitungszimmer noch ein besonderes Mikroskopirzimmer bereit gestellt worden. Die übrigen Räume dieses Instituts haben ihren Platz im ersten Stockwerk gefunden. Im Ostflügel über dem Präparirsaal und an Flächenraum diesem gleich liegt ein von 14 Fenstern beleuchteter Sammlungssaal für Anatomie, neben demselben zwei Sammlungssäle für Zoologie, 5,73 × 12,65 und 5,70 × 9,43 m grofs. Die Sammlungsschränke sind zum Theil aus Holz, zum Theil aus Eisen hergestellt und mit staubdicht schliefsenden Thüren, sowie zweckmäfsigen Einrichtungen zum Verstellen der inneren Einlegeböden versehen.

In dem Westflügel des ersten Stockwerks ist der durch sechs nördliche und zwei westliche Fenster beleuchtete,

19,80 m lange und 5,73 m breite Mikroskopirsaal untergebracht worden. Seine Einrichtung besteht aus zwei an den Fensterwänden hinter einander aufgestellten Reihen von Mikroskopirtischen mit 50 Arbeitsplätzen. Die eichenen Tischplatten sind mit schwarzen und weifsen Einlagen, einer den Arbeitsplätzen entsprechenden Zahl von Schubkästen und zwei Aufsatzschränken für Farblösungsn versehen. Um auch Abends arbeiten zu können, ist eine Anzahl sinnreich hergestellter und beweglicher elektrischer Mikroskopirlampen beschafft, deren Leitungsschnur an Stöpselcontacte angeschlossen wird. Neben den Fenstern befinden sich zahlreiche Gasschlauchhähne für Kochzwecke. Die südliche, den Fenstern gegenüberliegende Längswand des Saales wird von zwei Schränken für chemische Reagentien und Untersuchungsstoffe, einem Schranke zur Aufbewahrung von 4000 mikroskopischen Präparaten, einem kleinen Tisch und einer Wandtafel-Einrichtung mit verschiebbaren Platten eingenommen. Eine Waschgelegenheit für die Prakticanten hat an der östlichen Querwand Platz gefunden. Neben dem Mikroskopirsaal befindet sich ein kleines einfenstriges Vorbereitungszimmer. Das ausgebaute Dachgeschofs enthält eine zu dem Institut gehörige Glaskammer und die Dienerwohnungen.

b) Pathologisch-anatomisches Institut.

(Abb. 5 u. 6 Bl. 25.)

In das Westende dieses Gebäudes ist der durch das Unter- und Erdgeschofs reichende Sectionssaal mit einer Flächengröfse von 10 × 11,24 m verlegt worden, in welchen die Cadaver durch eine breite Flügelthür mittels Wagen unmittelbar von aufsen hereingefahren werden können. Seine Lage schliefst es aus, dafs die Luft der im Erdgeschofs befindlichen Arbeitszimmer, die immerhin bequem zu ihm gelegen sind, von hier aus verpestet werden kann, und macht es möglich, dafs von drei Seiten her durch sechs mächtige Fenster mit einer Höhe von 4,50 m Licht in ihn hineinfallen kann. Der Fufsboden besteht aus Terrazzo, die Wände haben bis zur Höhe von 2 m einen Ueberzug von englischem Robinson-Cement mit Emaillefarbenanstrich erhalten, darüber sind sie mit Leimfarbe gestrichen. In der Nordwest- und Nordostecke befindet sich je ein grofses Spülbecken aus 3 cm dicken, in Metallrahmen gefafsten Schieferplatten auf 25 cm hohem eisernen Untergestell angebracht. Die weitere Ausstattung besteht in drei 2,5 m langen, 0,95 m breiten, 0,68 m hohen Obductionstischen aus Eichenholz, die an den vier Enden senkrecht einsetzbare Eisenstangen tragen — einer der Tische mit 5 cm dicker Platte, fahrbar auf vier Rädern, von denen zwei mit einer abnehmbaren Lenkstange beweglich in Verbindung stehen, die beiden anderen, feststehend mit 4 cm dicker, mit Randleisten und Abflufsrohr versehener Platte —, ferner in einem Schrank, zwei kleineren Tischen und Waschvorrichtung. Von der Aufstellung eines festen Podiums ist mit Absicht Abstand genommen; an dessen Stelle sind acht bewegliche kleinere Podien mit drei Tritten, jedes derselben für sechs Personen gewählt worden.

Unmittelbar neben dem Sectionssaal befindet sich ein Handsammlungszimmer, bestimmt zur Aufnahme von Spiritus- und sonstigen Präparaten, welche zu Demonstrationen in der Vorlesung und als Vergleichsstücke bei den Sectionen benutzt werden, und zur vorläufigen Aufbewahrung der in die Sammlung einzureihenden Stücke. Dasselbe dient auch als Vor- und Augenblicks-Untersuchungszimmer und ist zu diesem Zwecke mit mikroskopischem Armamentarium versehen. Ferner sind im Untergeschofs, um dies gleich hier zu bemerken, eine grofse Nährboden- und Waschküche mit Waschkessel und Dampfsterilisator und daneben ein Raum für gereinigte Glassachen und Leinwand, weiter eine Kleiderablage für die Prakticanten, bequem zu dem Sectionssaal gelegen, eine mit Werktisch, Drehbank und Schleifstein ausgestattete Dienerwerkstätte, eine Schreibstube für die Prakticanten, ein mit Käfigen und Volièren besetzter Raum für kleinere Versuchsthiere und, daran anstofsend, ein Raum für geimpfte kleinere Thiere hergerichtet.

Die eigentlichen wissenschaftlichen Arbeitsräume birgt das Erdgeschofs, in welches man an dieser Seite des Gebäudes von dem Vorflur des Sectionssaales und des Untergeschosses emporsteigt. Hier liegt zunächst der 8,50 × 10 m grofse, mit drei Fenstern nach Norden, mit zwei nach Westen gerichtete Mikroskopirsaal für die pathologisch-histologischen Uebungen, welcher zwei Reihen Mikroskopirtische mit insgesamt 35 Arbeitsplätzen, einen 3,8 m langen, 1,25 m breiten Laborirtisch mit Schieferplatte, Gas- und Wasserleitung, sowie mit Schubläden und Schränken, einen Schrank zum Aufbewahren der Mikroskope und mehrere Schränke für Präparate und Instrumente, ferner kleine Tische und eine Wandtafel enthält.

Auf den Mikroskopirsaal folgen an der Nordseite das Arbeitszimmer des Professors mit mikroskopischer Ausstattung, das selbigem zugleich als Geschäftszimmer dient, das Assistentenzimmer und eine Registratur, bestimmt zur Aufnahme der Obductionsprotokolle und Protokollbücher, ferner von Abbildungen und mikroskopischen Präparaten. Gegenüber, an der Südseite, befinden sich ein mit Verdunklungsvorrichtungen versehenes Photographirzimmer, ein 5,70 × 7,05 m grofses bakteriologisches Laboratorium, welches mit Mikroskopirtischen an der Fensterwand, mit einem mit Schieferplatte belegten, mit Gas- und Wasserleitung versehenen Laborirtisch, einem Abzugschrank, Brutschrank, Thermostaten für Paraffineinbettung und Wandtischen für Handcentrifugen und Waage ausgestattet ist, und ein Zimmer für Reinculturen.

Hörsaal und Sammlungssäle des pathologisch-anatomischen Instituts haben ihre Stätte in dem Obergeschofs gefunden. Der über dem hinteren Theil des anatomischen Amphitheaters gelegene 6,60 × 12 m grofse Hörsaal enthält 10 Reihen mäfsig ansteigender Bänke mit Klappsitzen, im ganzen 89 Sitzplätze. Die Tafeleinrichtung, die Art der Aufstellung des Projectionsapparates, sowie die Verdunklungsvorrichtungen an den Fenstern sind die gleichen, wie im Hörsaal des Hauptgebäudes. Der 4 m lange, paneelartig verkleidete Vortragstisch besitzt auf der Rückseite einige Schränkchen und Schubläden; Gas- und Wasserleitung waren an ihm nicht erforderlich. Von den beiden Sammlungssälen hat der eine, über der Sectionshalle gelegene und von drei Seiten durch insgesamt neun Fenster beleuchtete, eine Länge von 14,15 m, eine Breite von 10,13 m, während der andere 5,70 × 9,90 m mifst. Dieser kleinere hat Holzschränke, die aus den vorhandenen Beständen der Anstalt entnommen werden konnten; sie sind zum Theil an den Wänden, zum Theil in der Mitte des Raumes freistehend aufgestellt und an allen Seiten verglast. Der gröfsere Sammlungssaal ist

mit neuen eisernen freistehenden Schränken und hölzernen, pultartigen Schautischen an den Fensterwänden ausgestattet. — In dem Dachgeschofs endlich ist auch für dieses Institut eine Glaskammer vorgesehen und die Wohnung des Institutsdieners untergebracht worden.

Das in Rede stehende Gebäude mufs vorläufig auch noch den Sammlungen für Thierzucht, „Exterieur“ des Pferdes und der übrigen Arbeitsthiere und für Geburtshülfe Unterkunft gewähren, solange das in Aussicht genommene Institut für Thierzucht noch nicht errichtet ist. Zu diesem Zwecke ist dem diese Lehrzweige vertretenden Lehrer, welcher zugleich auch Leiter der ambulatorischen Klinik ist, ein Geschäfts- und Arbeitszimmer im Obergeschofs an der Südseite des Ostflügels angewiesen und ein grofser Sammlungssaal von 20 qm Flächeninhalt in dem eigens hierfür ausgebauten Dachgeschofs hergerichtet worden. Seine Einrichtung besteht aus acht neuen freistehenden Sammlungsschränken und einem 10 m langen Schautisch, sämtlich aus Holz, vier tannenbaumartigen Gestellen zum Aufhängen von Geschirren, Jochen und dergleichen und vier Drehständern mit radial angeordneten beweglichen Tafeln, auf denen Zeichnungen, Photographieen usw. unter Glas angeheftet werden.

Das Keller- und Erdgeschofs und das erste Stockwerk sind gewölbt oder mit Betondecken versehen, in den Dienstwohnungen im Dachgeschofs befinden sich Balkendecken, im Sammlungsraum im Dachgeschofs Holzdecke. Die bebaute Fläche des ganz unterkellerten Baues beträgt 1185 qm, der umbaute Raum bei den Geschofshöhen von 2,90 m im Keller, 4,83 m im Erdgeschofs und 4,83 m im ersten Stockwerk 16248 cbm. Bei der Kostensumme von 310554 ℳ entfallen auf 1 qm 262,14 ℳ und auf 1 cbm 19,11 ℳ.

(Schlufs folgt.)

Romanischer Bogen im Königl. Schlofspark in Fischbach in Schlesien.

(Mit Abbildungen auf Blatt 28 im Atlas.)

Im Königlichen Schlofspark in Fischbach in Schlesien wird den Sommerfremden, welche zahlreich das anmuthig zwischen Schmiedeberg und Hirschberg gelegene Dorf besuchen, unter den Sehenswürdigkeiten auch das „Römerthor“ gezeigt. Die meisten Fremden gehen achtlos an dem alten verfallenen Mauerwerk vorüber entweder in der Meinung, dafs es eine künstlich aufgebaute moderne Ruine ist, wie solche in der Zeit der Romantik Mode waren, oder auch, ohne sich über die Herkunft des an dem Thore wirklich Sehenswerthen Gedanken zu machen. Diese Achtlosigkeit ist wesentlich darin begründet, dafs Werke romanischer Baukunst in Schlesien aufserordentlich selten sind und man deshalb dort wenig Verständnifs dafür findet. Das sogenannte „Römerthor“ ist nämlich ein alter romanischer Bogen, der, auf zwei schlanken Säulen mit Eckblattbasis und Kämpfercapitell ruhend, in eine aus rohen Bruchsteinen ruinenhaft aufgeführte Mauer eingefügt ist (Abb. 2 Bl. 28).

Bei näherer Betrachtung fesselt der Bogen den kundigen Beschauer durch die aufserordentliche Schönheit der Meifselarbeit, mit welcher die Bogensteine geschmückt sind. Auch der Inhalt der Darstellungen reizt zum Nachdenken über die Bedeutung derselben. Es hält jedoch schwer, einen Schlüssel zum Verständnifs der seltsamen Bilder zu finden, weil der Zusammenhang mit dem Ganzen fehlt, von welchem der Bogen einen Bestandtheil bildete. Das Thor ist von einem entlegenen Orte hierher versetzt, der Ueberlieferung nach vom Rhein, vielleicht von Köln, weil es auch mitunter der „Kölnische Bogen“ genannt wird. Ein berufener Kenner rheinisch-romanischer Bauten hat jedoch dem Einsender dieser Mittheilung erklärt, über die Herkunft keine Angaben machen zu können, und gab der Vermuthung Raum, dafs es eine niedersächsische Arbeit sein dürfte. Der beste Weg, die Frage der Herkunft zu lösen, schien dem Einsender die Veröffentlichung der Aufnahme des Bogens, welche er vor längerer Reihe von Jahren während der Mufse eines Sommeraufenthaltes in Fischbach angefertigt hat. An der Hand einer Abbildung lassen sich leichter Vergleiche mit verwandten Anlagen und Bildungen anstellen als an Ort und Stelle. — Die Säulen, auf welchen der Bogen ruht, sind in ausgesparte Ecken des Mauerwerks eingestellt, haben einen glatten, runden Schaft von 1,36 m Länge, attische Basen mit Eckblatt (Abb. 4 Bl. 28) und ein in romanische Blattformen übersetztes korinthisches Capitell (Abb. 3 Bl. 28). An der Platte derselben fehlte auch nicht die kleine Mittelblume, obwohl jetzt nur noch die Ansatzspur erkennbar ist. Der Kämpfer ist mit einer kräftig gezeichneten Palmettenreihe versehen. Der Bogen (Abb. 1 Bl. 28), dessen 24 cm betragende Ueberhöhung bei 2,90 m Spannweite vielleicht nur der ungenauen Zusammensetzung der Bogensteine oder Anwendung einer unrichtigen Lehre bei der Wiederaufrichtung zuzuschreiben ist, besitzt Anfänger in Form eines Viertelkreises, welche den Zweck haben, den Uebergang aus der rechtwinkligen Grundform des Capitells und Kämpfers in das Viertelkreisprofil der Bogensteine zu bilden. Die letzteren, acht an der Zahl, sind mit elf aneinandergereihten Dreiviertelkreisen verziert, die mit doppeltem Rande eingefafst und mit Bohrlöchern auf dem Mittelstreifen versehen sind. Ueber den erwähnten Anfängersteinen sind vor dem ersten und hinter dem elften Dreiviertelbogen Ansätze von in gleicher Art fortgesetzten Bögen bemerkbar. Der Raum innerhalb der Bögen und die Zwischenräume sind mit sehr schön gezeichneten, kunstvoll verschlungenen und im Mittel der Bögen mit breitem Bande zusammengegürteten, palmettenförmigen Blattbündeln gefüllt. In jedem Felde sind einzelne Blätter in den Bündeln weggelassen und durch figürlichen Schmuck ersetzt, der sich in formaler Hinsicht der Bewegung und dem Rhythmus, welcher die Zeichnung des pflanzlichen Schmuckes bedingt, gleichartig anschliefst. Auf diese Weise ist ein vollendeter Rhythmus in der Composition dieses Bogenschmuckes erreicht, welcher durch die figürlichen Unterbrechungen des der Hauptsache nach pflanzlichen Schmuckes einen besonderen Reiz erhält.

Für die Erklärung der eingeflochtenen figürlichen Darstellungen erscheinen die in den viertelkreisförmigen Flächen der Anfänger angebrachten Bilder den Ausgangspunkt zu geben. Auf der linken Seite ist ein edel gezeichneter männlicher Kopf mit Vollbart von der Seite dargestellt, dessen Kopfbedeckung in einer aus Palmetten zusammengesetzten Kappe

besteht, die tief in den Nacken hinabfällt und über der Stirn zurückgeklappt ist. Aus dem Ohre und dem Munde wächst auch eine Palmette heraus. Der Anfänger auf der rechten Seite zeigt ein affenartiges hockendes Thier, welches mit beiden Vorderfüfsen oder Händen eine Schale an den geöffneten Mund setzt. Der hochgeschlagene palmettenförmige Schwanz deckt den Rücken bis zum Nacken. Mir scheint, dafs diese beiden Bilder die göttlich-geistige und die thierisch-sinnliche Natur des Menschen bedeuten sollen, deren dauernder Kampf mit einander den Gegenstand der übrigen figürlichen Darstellungen auf den Bogenfeldern bildet. Es liegt nahe, eine Deutung der einzelnen Figuren, der Scenen und Gruppen in den elf Bogenfeldern zu versuchen in ähnlicher Weise, wie sie v. Ritgen in seinem Führer durch die von ihm wiederhergestellte Wartburg für die figürlich geformten romanischen Capitelle gegeben hat und die er auch zur Grundlage für Neubildungen wählte. Bei der Schwierigkeit, ja vielleicht Unmöglichkeit uns in die Anschauungen und Gedankengänge jener weit zurückliegenden Zeiträume, in denen diese romanischen Kunstwerke entstanden, hineinzuversetzen, scheint jedoch ein solcher Versuch nicht über den Werth eines Spieles der Phantasie hinauszugehen. Deshalb beschränke ich mich darauf, den Inhalt der einzelnen Gruppen anzugeben, welche auf der Abbildung zur besseren Uebersicht mit Ziffern bezeichnet sind.

Gruppe 1 (Abb. 1 Bl. 28) zeigt zwei drachenartige Gebilde mit Flügeln, welche aus dem Mittelpunkte des Bogens, die Rücken gegeneinander gekehrt, herauswachsen und aufserhalb des Bogens mit zurückgewandten Köpfen einander ansehen. Gruppe 2 stellt zwei gegeneinander gerichtete krähende Hähne dar, die mit grofser Naturtreue modellirt sind. Gruppe 3 enthält im unteren Theil zwei abgewandt sitzende Hunde, die sich die Köpfe zudrehen, im oberen Theil zwei geflügelte Drachen, die einander zugekehrt an einem Blatte zerren. Gruppe 4 zeigt zwei sich gegenüberstehende Centauren, bei denen der Uebergang von der thierischen zur menschlichen Gestalt durch einen herabfallenden Blätterkranz verdeckt ist. Die Köpfe und Arme sind verstümmelt, doch glaubt man in den Händen der rechts befindlichen Gestalt je einen Fisch zu erkennen. Gruppe 5 ist der Gruppe 1 gleichgestaltet, aber die drachenartigen Gebilde tragen links einen männlichen, rechts einen weiblichen Menschenkopf von edler Bildung, auch sind die zusammengewachsenen Schwänze der Drachen nicht wie bei Gruppe 1 mit dem Pflanzenwerk nach unten verbunden, sondern schlagen nach oben gerichtet in Form eines breiten Palmettenblattes über den Scheitel des Bogens nach vorn über. Gruppe 6 enthält in ähnlicher Anordnung wie Gruppe 4 zwei mit Spiefs und Schwert gegeneinander kämpfende geharnischte Männer. Der links befindliche hat einen Spiefs in der Rechten, schützt sich mit einem Buckelschild und ist mit einfachem langen Rock bekleidet und barfufs. Der rechte Kämpfer hebt mit der Rechten das breite und lange Schwert zum Schlage weit nach hinten, hält den kreisförmigen, mit einem Stern verzierten Schild in der Linken und ist mit Helm, Panzer, Gurt und Beinkleidern angethan. Gruppe 7 u. 8 zeigen im oberen Theil in abgewandter Körperstellung je einen grofsen Vogel mit langen Beinen, krummen Schwanzfedern und langem Halse. Sie drehen mit scharfer Wendung der Hälse über den Rücken die grofsschnäbeligen Köpfe einander zu. Die Gestalt der Vögel kommt derjenigen des Flamingo am nächsten. Gruppe 8 enthält aufserdem im unteren Theile einen Jäger und einen fliehenden Hirsch, der sich nach dem mit gespanntem Bogen und Pfeil zielenden Jäger umsieht. Der Jäger ist mit bis zum Knie reichendem Rock, wehendem Mantel und kleinem runden Hut mit Krämpe bekleidet. Gruppe 9 zeigt genau dieselbe Darstellung wie Gruppe 1. Gruppe 10 enthält in ähnlicher Anordnung wie Gruppe 6 zwei Kämpfer, doch sind diese völlig nackend und haben Thierköpfe mit langen Ohren. Der linke Kämpfer hält einen hohen langen Schild vor sich und hält in der Rechten eine Schleuder mit Stein zum Wurfe bereit. Der rechte Kämpfer schützt sich mit einem kleinen runden Schild und scheint mit der Rechten zu einem Wurf mit einem Stein auszuholen. Das elfte Bogenfeld ist ganz abweichend behandelt. Die drei darin dargestellten Figuren sind nicht wie in den übrigen Feldern parallel mit der Scheitelachse des umschliefsenden Bogens, sondern senkrecht angeordnet, und zwar links zwei kleinere übereinander in sitzender und knieender Stellung, rechts eine gröfsere aufrecht stehende Figur. Die letztere ist barhäuptig, bartlos und trägt ein weites bis zu den Füfsen reichendes Gewand mit breiten, lang herabhängenden Aermeln, scheinbar auch mit einer zurückgeschlagenen Kapuze versehen. Leider ist der Gegenstand, welchen sie mit der rechten Hand in darreichender Bewegung hält, wegen starker Verstümmlung nicht erkennbar. In der Linken hält sie nach meiner Auffassung eine Flasche mit Fufs und Verschlufs. Die untere kleine Figur in langem Gewand sitzt auf einer Bank vor einem Tisch, auf dem ein Brod liegt, und hält in der rechten Hand ein Messer. Die Linke ist wie der ganze Oberkörper und aufwärts gerichtete Kopf nach oben erhoben und scheint den von der grofsen Figur dargereichten Gegenstand anzunehmen. Die obere kleine Figur, mit langem Rock und Mantel bekleidet, ist in knieender Haltung mit zum Gebet erhobenen Händen dargestellt. Herr Conservator Lutsch hat in der Beschreibung der Kunstdenkmäler der Provinz Schlesien (Bd. III S. 451) dieser Gruppe die Deutung gegeben als einer Scene, die vermuthlich die Verkündigung Gabriels „(mit Buchbeutel!) an Maria vorstellt, die betend den Engel empfängt". — Dieser Deutung kann ich mich nicht anschliefsen, da ich weder die grofse Figur als einen Engel, noch die knieende Figur als ein Weib anzusprechen vermag. Viel eher würde ich die zwei kleinen Figuren für Darstellungen Christi halten, und zwar in Gethsemane betend und sitzend beim Abendmahl. Die grofse Figur erinnert am meisten an einen Mönch, in Tracht und Gesichtsausdruck, bartlos und barhäuptig. Falls der Bogen die Pforte einer Klosterkirche ehedem geziert hat, könnte man in dem Schlufsbilde der Darstellung eine Verherrlichung des Klosterberufes sehen, gegenüber den Kämpfen und Versuchungen, denen der weltliche Mensch wegen des Dualismus seiner leiblichen und geistigen Natur unterworfen und ausgesetzt ist. — Ganz abgesehen von jeder inhaltlichen Deutung dieses Werkes ist es nach meinem Dafürhalten ein ganz hervorragendes Beispiel für die Schönheit und die Bildungsfähigkeit der romanischen Kunst, die zur Zeit ihrer höchsten Blüthe, der dieser Fischbacher Bogen angehört, ohne einen Verfall zu erleben, von der unwiderstehlich sieghaften frühgothischen Kunst abgelöst wurde. v. Behr.

Der Festschmuck der Königlichen Technischen Hochschule in Berlin
bei der Feier ihres hundertjährigen Bestehens am 18. bis 21. October 1899.

(Mit Abbildungen auf Blatt 29 bis 31 im Atlas.)

Zwar ist in einem reich ausgestatteten Werke*) eine genaue Schilderung der Hundertjahrfeier der Königlichen Technischen Hochschule in Berlin vom 18. bis 21. October 1899 aus bewährter Feder erschienen; so eingehend und ausführlich aber auch die Ereignisse der unvergefslichen Festtage beschrieben sind, so reizvoll eine geübte Künstlerhand auch den Buchschmuck dazu gezeichnet hat, es fehlt dem Werke doch eins, und das ist die bildliche Wiedergabe des Festgewandes, in das sich der Prachtbau der Hochschule dank des von Sr. Majestät dem Kaiser gestifteten Gnadengeschenkes hüllen konnte. Diese Lücke in Form einer bescheidenen Beigabe zu oben genanntem Werke auszufüllen, hielt sich der Architekt der Festdecoration umsomehr für berechtigt, als es nicht allein an Veröffentlichungen über Festschmuck fehlt, sondern auch von allgemeinem Interesse sein wird, im Bilde die Stätte festgehalten zu sehen, an der Kaiser Wilhelm II. persönlich der Berliner Technischen Hochschule seine Glückwünsche darzubringen geruhte und an welcher auf Allerhöchsten Befehl die Verkündung des Verleihungsrechtes des Titels Dr.-Ing. an die Berliner Technische Hochschule durch den Herrn Cultusminister erfolgte. Ist es doch auch jene Stätte, an der einst im Jahre 1884 der unvergefsliche Kaiser Wilhelm I. das neuerbaute Haus einweihte (vgl. *g* im Lageplan Text-Abb. 4 und Abb. 5).

Erst nach dem Erscheinen der Festschrift ging der Unterzeichnete sofort an das Auftragen der hier beigegebenen Zeichnungen und hatte die Freude, dafs seine Arbeit zusammen mit einigen Lichtbildaufnahmen noch im vorigen Jahre als eine wenn auch sehr späte Festgabe von der Hochschule bereitwilligst angenommen wurde.

Der Festausschufs forderte im Laufe des Sommers 1899 drei jüngere Mitglieder des Lehrerkörpers der Architekturabtheilung auf, ihm Vorschläge für den Festschmuck zu machen und gab nach Prüfung der vorgelegten Entwürfe dem Unterzeichneten den ehrenvollen Auftrag, die Ausschmückung der Hochschule nach seinen Entwürfen zur Ausführung zu bringen.

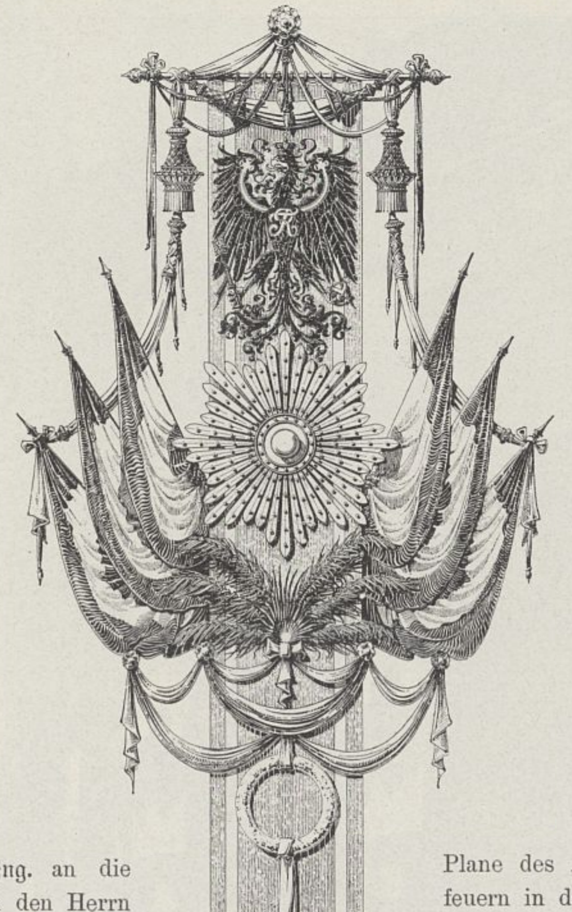


Abb. 1. Velum in den Ecken der Festhalle.

Es galt, diejenigen Stellen, an denen sich die Hauptfestacte abspielen sollten, dem Ansehen der Anstalt entsprechend würdig auszuschmücken. Demgemäfs zerfiel die Aufgabe in zwei Theile, in eine Ausschmückung des Festplatzes vor dem Haupteingange und in eine solche des Lichthofes, als der eigentlichen Festhalle.

Auf dem mächtigen, mit Gartenanlagen geschmückten Vorplatze sollte sich am ersten Festtage, dem 19. October, Morgens die Feier der Enthüllung der Denkmäler von Siemens und Krupp abspielen (vgl. Text-Abb. 4, Lageplan: *a* und *b*, auch *c*), gleich danach auf der breiten Rampe die Auf- und die Abfahrt der Allerhöchsten Herrschaften und der geladenen Ehrengäste erfolgen und am dritten, dem letzten Festtage Abends ebendaselbst dem Rector Magnificus von den Studirenden ein Fackelzug dargebracht werden. Seitens des Festausschusses wurde ferner gewünscht, dafs an den drei Hauptfesttagen bei eintretender Dunkelheit eine möglichst eindrucksvolle Beleuchtung des Gebäudes der Hochschule stattfinden möchte. Bei Gelegenheit des Fackelzuges sollte dann noch nach dem Plane des Architekten das Abbrennen von Rothfeuern in den zwischen den Auffahrtsrampen und den Gebäudeflügeln belegenen Gartenanlagen zu dem Zwecke hinzutreten, um, unterstützt durch hoch aufsteigenden, qualmenden Rauch und im Verein mit dem blendend weifsen Scheine der Magnesiumfackeln des Zuges der Studirenden, den ganzen geschmückten Festplatz in ein grofses, weithin sichtbares Lichtmeer zu hüllen und auf diese Weise das dreitägige Fest mit einem glänzenden Freudenfeuer zu beschliefsen.

In dem ursprünglichen Entwurfe des Architekten war demnach der Aufbau zweier grofsen Brandfanale auf den Dachecken des Hauptrisalits der der Berliner Strafse zugekehrten Front vorgesehen. Diese würden auch bei Tage schon durch ihre Masse von fern her das Auge gefesselt und die im allgemeinen breit gelagerten Linien des Baues in der Mitte kräftig unterbrochen haben; aber die Ausführung dieser Aufbauten scheiterte zunächst an dem allzugrofsen Kostenaufwande, dann aber auch an der Rücksicht auf die durchaus gebotene Erhaltung der Feuersicherheit des Hauses. Eine Kerzenbeleuchtung der langen Fensterreihen der Riesenfront nach der Berliner Strafse wäre gleichfalls undurchführbar gewesen, weil die Saaldiener in den Festtagen für

*) Die Hundertjahrfeier der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin. 18. bis 21. October 1899. Berlin Wilhelm Ernst u. Sohn.

andere Zwecke verfügbar bleiben mufsten und ein sonstiges zuverlässiges Aufsichtspersonal nicht zu beschaffen war. In dieser Nothlage trat der damalige Rector mit dem Gedanken hervor, in entsprechender Entfernung von dem Gebäude auf dem freien Vorplatze gegenüber dem Mittelrisalite zwei elektrische Scheinwerfer (*ff* im Lageplan Text-Abb. 4) aufzustellen, die ihre Lichtkegel, einander überkreuzend, links und rechts auf den Frontflächen des Baues spielen lassen sollten. Dieser Vorschlag befriedigte allgemein. Er konnte noch in letzter Stunde, dank des Entgegenkommens der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft verwirklicht werden, deren Wirken und opferfreudige Hingabe an die Bewältigung der unmittelbar vor dem Feste stetig umfangreicher werdenden Aufgabe die gröfste Anerkennung verdient. Um die in der Nähe stehenden enthüllten Standbilder von Krupp und Siemens nicht zu beeinträchtigen, wurde von einem architektonisch durchgebildeten breiten Gerüste als Unterbau für die Scheinwerfer abgesehen und die Errichtung von zwei Masten beschlossen, an deren oberem Ende sich eine runde Bühne als Standort für einen Mechaniker zur Bedienung der Apparate befand, deren unteres Ende aber mit zwei von der Einweihung der Hochschule her noch aufbewahrten, reizvoll gegliederten Gipsdecorationen auf hölzernem Sockel ausgestattet werden konnte. Abgesehen von dem Ersatz der grofsen Brandfanale durch diese elektrischen Scheinwerfer (Text-Abb. 3) ist die übrige Decoration nach dem hier wiedergegebenen Entwurfe zur Ausführung gekommen. Dementsprechend wurden als seitlicher Abschlufs des Festplatzes die beiden Rampen abwechselnd mit Rauchfanalen und Flaggenmasten besetzt, deren stattliche Zahl eine doppelte Reihe von mit bunten Wimpeln behangenen grünen Tannenlaubgehängen verband, und als Hauptmotiv der äufseren Decoration eine aus drei Achsen bestehende Empfangslaube an der Freitreppe vor dem Mittelbaue der Hochschule errichtet (vgl. Text-Abb. 2 und im Lageplan: *eee* und *d*, ferner Bl. 29 u. 30 im Atlas). Wegen der unbeständigen herbstlichen Witterung erschien es zweckmäfsig, diesen letztgenannten Bau nicht zu überdecken, seinen Abschlufs nach oben vielmehr nur aus einzelnen mit Tannengrün umwundenen Holzbögen nach Art von Kreuzgewölberippen durchzubilden. Auch mufste man darauf Bedacht nehmen, die immerhin erforderlichen Stoffdecorationen nur in senkrechter Richtung anzubringen, um sie mehrere Tage hindurch bei gutem Aussehen zu erhalten. Daher wurde rings um die Empfangslaube eine mächtige Draperie aus Velarien aufgehängt, in denen die Farben der Hochschule — gold, weifs, blau — zum Ausdruck kamen. Lange, weifse, mit Goldborden gezierte Banner, die sich gegen den graugelben Ton der Sandsteinfront frisch und lebhaft abhoben — vier vorn und zwei zu den Seiten —, an 18 Meter hohen Masten*) gaben das Hauptmotiv ab. Sie waren in Höhe der Gewölbebögen durch geraffte hellblaue und goldgelbe Tücher an goldigem Gestränge mit einander verbunden. Diese Laube erhob sich über dem Fahrdamme der Rampe als selbständiger Bau und liefs die Fläche des Mittelrisalits unberührt, um den Eintritt des Tageslichts in den Vorraum der Festhalle nicht zu beeinträchtigen. Nur einige Tannengewinde und in der Hauptachse ein Purpurvelum, unter welchem hinweg das Kaiserpaar und die Schar der Ehrengäste in das Gebäude einziehen und unter welchem stehend am letzten Festabend der Rector Magnificus den Grufs der Studirenden entgegen nehmen sollte, stellten die Verbindung mit den drei Haupteingängen her. In das Tannenwerk der Gewölbelinien waren, farbigen Blumen gleich, in üppiger Fülle Glühlichtbirnen eingeflochten, die vornehmlich die Aufgabe zu erfüllen hatten, den Haupteingang mit seiner breiten Freitreppe Abends zu erleuchten

Abb. 2. Vorderansicht der Empfangslaube.

*) Rathszimmermeister Winkelmann führte die Zimmerarbeiten aus.



Abb. 3. Festplatz vor dem Haupteingange mit den beiden Scheinwerfern.

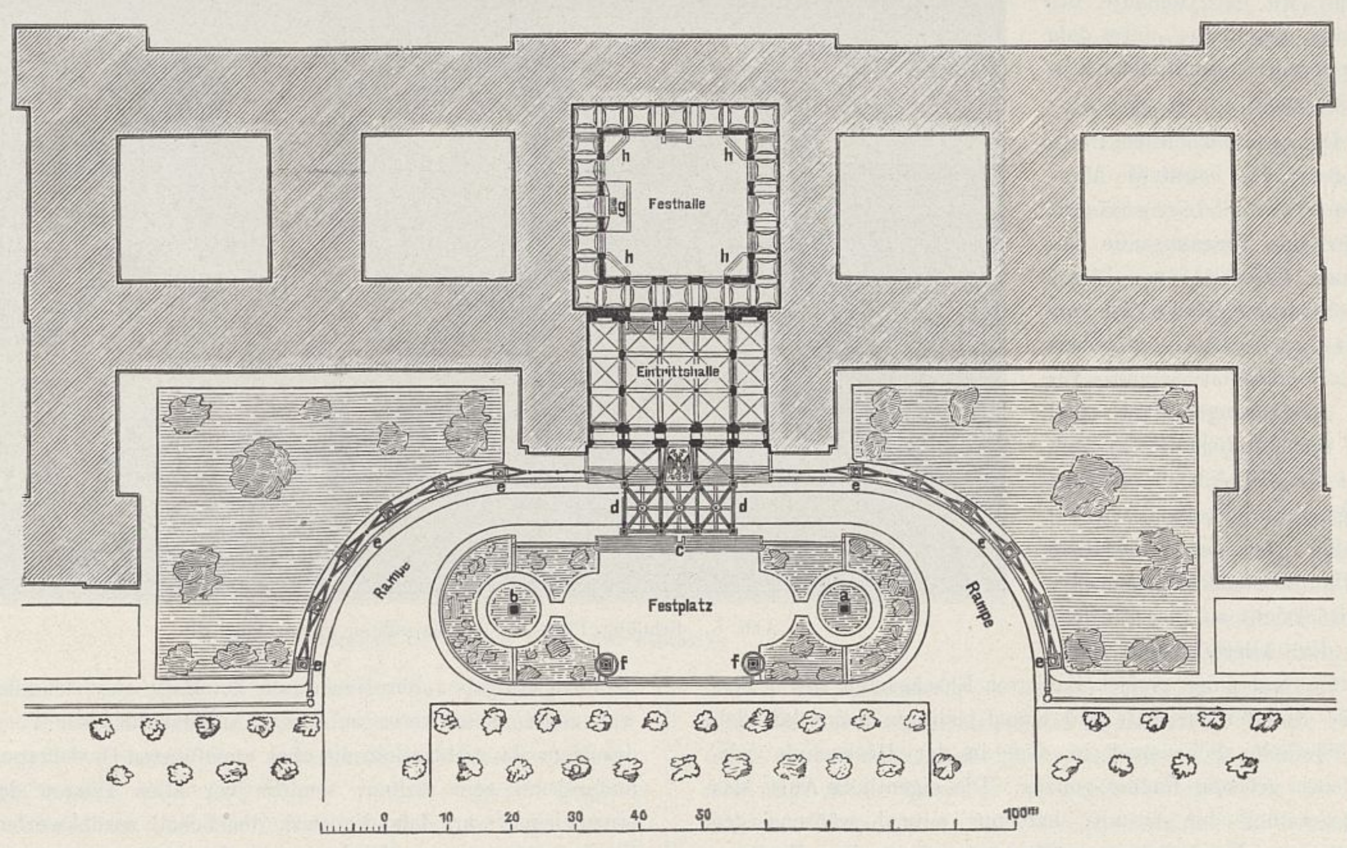


Abb. 4. Lageplan.

a Standbild von Siemens
b Standbild von Krupp
c Rednertribüne
d Empfangslaube auf der Rampe
e—e Fanale und Fahnenmasten
f elektrische Scheinwerfer
g Thron für die Majestäten
h Plätze für die Chargirten mit Bannern.

und einen gemeinhin sehr fühlbaren Uebelstand bei Fackelzügen zu beseitigen, nämlich den, dafs der Gefeierte für das Publicum, besonders aber für die Fackelträger in Dunkel gehüllt und unsichtbar bleibt. Die versammelte Lehrerschaft der Hochschule und in ihrer Mitte der Rector Magnificus waren am Abend des Fackelzuges von hellstem Lichte umstrahlt und dem zuschauenden Publicum erkennbar. Als vom Versammlungsplatze her der Zug der Studirenden herankam, entzündeten sich die Rothfeuer, und die Fanale an der Auffahrtsrampe begannen ihren Rauch in die gefärbten Lüfte zu entsenden. Aus diesem rothen Lichte heraus gelangte der Zug der Fackelträger, einer weifsglühenden Schlange gleich, in das helle Licht der raumartig wirkenden Empfangslaube. Es war damit die sonst übliche, nicht zu umgehende Unterbrechung der Feier, die durch den Eintritt der Abordnung in das Haus des Gefeierten entsteht, vermieden. Hier spielte sich Alles, begünstigt vom Wetter, unter freiem Himmel ab, und für jeden der Theilnehmer am Fackelzuge vollzog sich eine Steigerung der Lichtwirkung bis zu der Stelle, wo der Gefeierte des Abends, der Rector, unter dem Purpurvelum des mittelsten Einganges stand.

Der zweite Theil der Decorationsaufgabe betraf die Ausschmückung des grofsen, hinter der Eingangshalle belegenen Lichthofes. Dieser glasüberdeckte Raum ist ursprünglich zwar als allgemeiner Repräsentationsraum für die Anstaltsangehörigen und als Gedächtnifshalle, jedoch nicht im Hinblick darauf angelegt, Feierlichkeiten darin abzuhalten, bei denen die Rede den Hauptbestandtheil ausmacht. Die Rücksicht auf das Erscheinen der Allerhöchsten Herrschaften und einer grofsen Zahl von Ehrengästen sowie Vertretern von Wissenschaft und Kunst bedingte aber, dafs sich das feierliche Schauspiel in dem in der Hochschule vorhandenen gröfsten Raume vollzog. Die eigentliche Aula, das Schmuckstück der Anstalt, hat nur einmal während des Festes ihre Prachtthüren geöffnet — am zweiten Festtage, als den Abordnungen und Festtheilnehmern in einer Zwischenpause ein Imbifs dargereicht wurde.

Nach dem Plane des Festausschusses war das Erdgeschofs des Lichthofes für die eigentliche Festversammlung bestimmt, in den Bogenreihen des ersten Stockwerkes sollten die geladenen Damen ihre Sitze einnehmen und im zweiten Stockwerke die gesamte Studentenschaft, aufser den Chargirten, denen bevorzugte Standorte unten in den Ecken der Halle (bei *hh* des Lageplans) auf erhöhten Tritten angewiesen wurden, Platz finden.

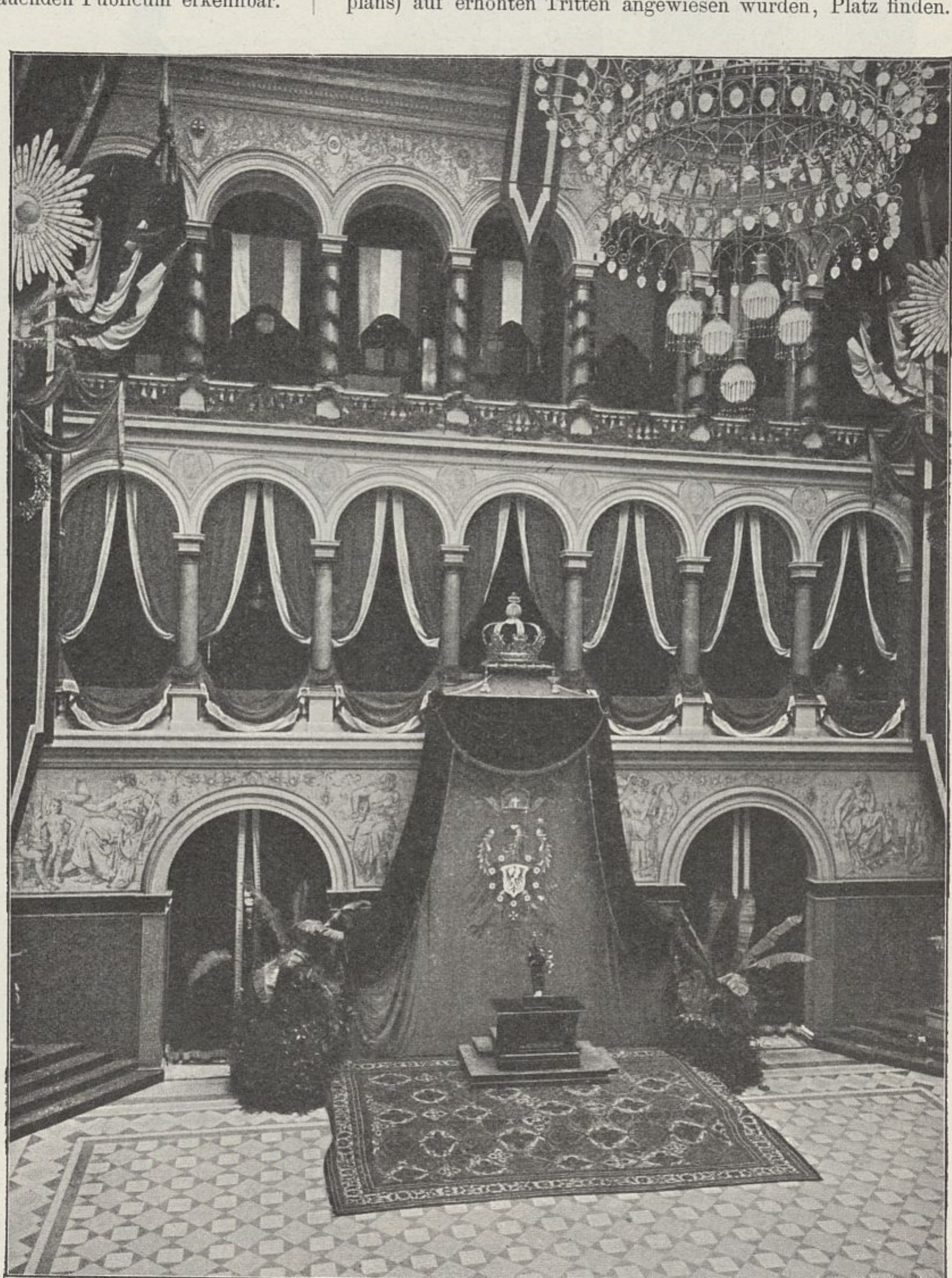


Abb. 5. Erhöhter Platz für die Majestäten in der Festhalle.

Die Aufgabe, den Innenraum der Halle auszuschmücken, war ungleich schwerer zu lösen, als die für den Vorplatz draufsen, da nicht allein die eben angeführten Gesichtspunkte mafsgebend sein sollten, sondern vor allen Dingen darauf hinzuwirken war, dafs die stark den Schall zurückwerfenden Flächen des glatten Mauerwerkes, der polirten Säulen und vornehmlich der blanken Glasdecke nach Möglichkeit unschädlich gemacht, ferner aber die grofse Höhe des Raumes von

rund 25 Meter, so gut es ging, zur Verbesserung der Raumwirkung eingeschränkt wurde. Als das wirksamste Mittel, das gesprochene Wort überall bis in die entlegensten Plätze vernehmbar zu machen, wurde eine möglichst umfangreiche Anbringung von Stoffbehängen erachtet.

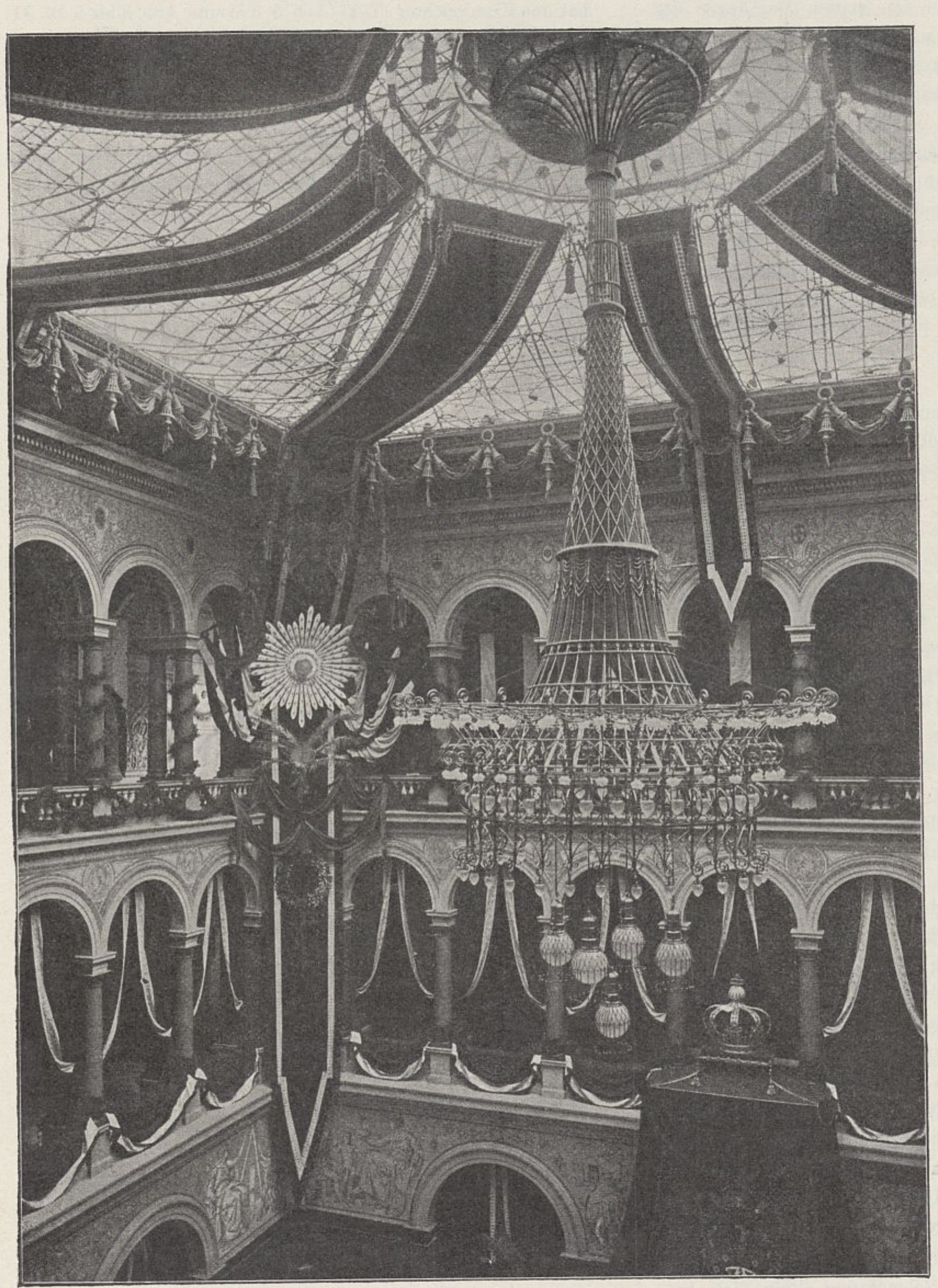


Abb. 6. Schmuck des oberen Theils der Festhalle.

Die Tönung dieser Tücher mufste naturgemäfs erstens eine so wirkungsvolle sein, dafs dadurch der äufsere Glanz des Festes gehoben wurde, dann ferner auch eine durchaus gleichmäfsige werden, um den gewaltigen, dreimal wagerecht gegliederten und durch zwei über einander angeordnete Bogenreihen fast vollständig geöffneten Raum möglichst einheitlich zusammenzufassen. Es blieb daher nur übrig, ein gesättigtes Roth als Grundton zu wählen und Vergoldung in reichem Mafse hinzuzusetzen. Wenn nun die Stoffe aus der Färberei auch etwas dunkler, als die gewählte Probe es vorgeschrieben hatte, herauskamen, so war nach der Ansicht des Architekten die schliefsliche Farbengebung des gesamten Innenschmucks, besonders bei künstlicher Beleuchtung, immerhin der grofsen Feier entsprechend würdig, jedenfalls aber noch lebhaft und reizvoll genug.

Von der Mitte der hohlgekrümmten Glasdecke herab, wo bis dahin in einer eisernen Kette ein Sonnenbrenner gehangen hatte, wurden nach den vier Ecken und den Mitten der Längsseiten des Raumes in Hauptgesimshöhe acht Velen ausgespannt. Die ersteren reichten tiefer herab, um die glatten Mauerflächen weiter unten noch zu überdecken. Die acht übrig bleibenden freien Dreiecksflächen des so entstandenen Baldachins aber füllte ein Netz von Goldschnüre nachahmendes Rohrgeflecht aus (vgl. Text-Abb. 6 und Bl. 31 im Atlas).

Von vornherein mufste aus Sparsamkeitsgründen auf eine möglichst billige Herstellungsart dieses Baldachins gerücksichtigt werden. Es wurde daher in Aussicht genommen, ihn ohne weiteres Gerüst zu ebener Erde zusammen zu bauen und ganz allmählich, entsprechend der vorschreitenden Arbeit am Kronleuchter (sieh weiter unten) durch Flaschenzüge, die in der Mitte und ringsherum unmittelbar über dem Hauptgesimse in dem Eisenwerk des Glasdaches befestigt waren, in die Höhe zu ziehen. Diese Arbeitsfolge war aber wiederum nur möglich, wenn jedes der acht Deckenvelen unterhalb eines festen, widerstandsfähigen Holzgerüstes, das eine Hängecurve nachahmen mufste, befestigt wurde, um das Falten und Zusammensinken der langen Tücher zu vermeiden; der äufsere Rand des gesamten, aus acht Theilen zusammengesetzten Holzgerüstes wurde dabei durch eine widerstandsfähige Versteifung — in diesem Falle zwei Zoll starke Gasrohre — gegen Durchbiegen usw. gesichert. Dieses ganze, steife Gerippe mufste von vornherein so bemessen werden, dafs sein äufserer Rand beim Hochziehen an dem weit ausladenden Hauptgesimse der Innenarchitektur vorbeigleiten konnte.

Die vier in den Ecken herunterhängenden langen Tuchstreifen mit ihren schmückenden Zuthaten wurden von Laufbrücken der obersten Galerie aus vor senkrecht aufgestellten Holztafeln angebracht (vgl. Text-Abb. 1 und 6). Der rothe Ton kehrte ferner noch in dem Sammetbehang des Thronhimmels für die Majestäten, in den glatten Vorhängen der Oeffnungen des Erdgeschosses und dann in den faltig um die Granitsäulen gerafften Gardinen der Bogenreihen des ersten Stockwerks wieder, welch letzteres auf diese Weise zu einer den ganzen Lichthof umgebenden Logenreihe mit besonders ausgezeichneten Ehrenplätzen für die geladenen Damen umgebildet erschien. Die zweite Galerie aber, die in ihrer Architektur der unteren gleicht, erhielt einen vollkommen abweichenden Schmuck. Durch die ausgedehnte Verwendung von grünen Tannengewinden, die sich an den Säulen emporrankten und an den Brüstungen entlang zogen, sollte einmal das frische, frohe Leben der jugendlichen Studentenschar, die dort unter ihren jeweiligen Vereinsbannern Aufstellung zu nehmen hatte, angedeutet, anderseits ein freies Ausklingen des Gesamtschmucks nach oben, vor allem aber die für die Wirkung auf das Auge durchaus gebotene Einschränkung der Höhe des im allgemeinen roth gehaltenen Festraumes erreicht werden.

Von ganz besonderer Schwierigkeit war nun noch die Lösung der Beleuchtungsfrage, da der früher vorhandene Sonnenbrenner mit offenen Flammen keine genügende Helligkeit verbreiten und obenein auch in unmittelbarer Nähe der Stoffe des Baldachins feuergefährlich werden konnte. Wenn auch der Hauptfestact am Tage stattfand, so mufste doch einmal wegen Abblendung des riesigen Oberlichts durch die genannten acht Velen eine künstliche Beleuchtung der Gesamtdecorationen von unten her erfolgen, ganz abgesehen davon, dafs erst künstliches Licht einem Festacte bei Tage die höhere Weihe giebt, — anderseits mufste auch die Festhalle für die Benutzung am Abend, so z. B. bei Gelegenheit des Fackelzuges, eingerichtet werden. Zu einer vollständigen Abblendung des Tageslichtes bei der Hauptfeier konnte der Architekt sich allerdings nicht entschliefsen, weil eine Abgrenzung des Raumes durch Tücher nach oben hin das Gefühl der Beengung und Beklommenheit hervorgerufen hätte. Dagegen wurde es für erforderlich gehalten, die Glasfläche des Oberlichts mit einem im durchscheinenden Lichte matt goldig schimmernden Stoffe zu bedecken, um die künstliche Beleuchtung im Innern zur Vorherrschaft über das grell und scharf von oben her einfallende Tageslicht zu bringen. Auf diese Weise konnte dem Innenraume das feierliche Aussehen gegeben werden, das dem Charakter der Jubelfeier entsprach und das erforderlich war, um vor der kunstgeschulten Kritik der herbeigeströmten Gäste die Probe zu bestehen.

Die gewählte elektrische Beleuchtung liefs sich am zweckmäfsigsten folgendermafsen vertheilen. Den Decorationen in den Ecken der Halle wurden grofse aus Holz gezimmerte, weifse, lackirte Sterne hinzugefügt und darauf eine Unzahl von Glühlampen in rhythmischer Gruppirung befestigt (Text-Abb. 1, 5 u. 6), womit die äufsersten Ecken des Lichthofes genügend erhellt waren. Die Hauptlichtquelle wurde mitten in der Festhalle in einem tief herunterhängenden, aber die Aussicht von der obersten Galerie nicht beeinträchtigenden ringförmigen Kronleuchter geschaffen, der aus Rücksicht auf den kurzen Bestand der Festdecoration und auf das Gesamtgewicht des Baldachins aus möglichst leichtem Stoffe herzustellen war. Das geeignetste Material gab hierzu das sehr schmiegsame spanische Rohr ab. Die treffliche Fabrik für Korbflechterei von Schmidt u. Co., Berlin S., Dresdenerstr. 81, hat den Kronleuchter (Text-Abb. 5 u. 6 und Abb. 3 bis 5 Bl. 31) nach den Angaben des Architekten so sachgemäfs und fest hergestellt, dafs er noch jetzt an seiner Stelle hängt und allabendlich seine Lichter erstrahlen läfst. Eine Hauptschwierigkeit bildete dabei allerdings noch die feuersichere Anbringung der Glühlampen rings um den Rand des Leuchters, sowie der Bogenlampen unterhalb desselben, auf dem wenig feuersicheren Stoff des Rohrs. Für je etwa 16 Glühlampen mufste eine besondere in einem Isolirrohre liegende Leitung hergestellt und diese den Linien des Gerippes angepafst werden. Da nun der Kronleuchter sich in architektonischer Verbindung mit dem Baldachin befand, so war es erforderlich, den letzteren zum Zwecke der Zusammenfügung des Kronleuchters nach und nach allmählich zu heben und erst, als volle Gewähr für den sicheren Betrieb der ganzen Beleuchtungsanlage bestand, Unglücksfälle also nach menschlicher Berechnung ausgeschlossen waren, an das endgültige Hochziehen des Baldachins zusammen mit dem Beleuchtungskörper zu denken.

Alles glückte bei den besonnenen, ruhigen Hantirungen der Werkleute vortrefflich; die beim Aufziehen verwandten Flaschenzüge wurden, als der Baldachin in der gewünschten Höhe unter der Glasdecke sich befand, durch starke Stricke ersetzt, alle einzelnen Velen aber noch in wagerechter Richtung oberhalb des Gesimses an den Fufsenden des eisernen Dachverbandes verspannt und verschnürt, um einer Drehung bezw. einer Formveränderung des Ganzen vorzubeugen.

Nicht genug kann hier die Umsicht und der Fleifs sämtlicher Angestellten der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin gelobt und anerkannt werden, die ihrerseits die gesamte Einrichtung der elektrischen Beleuchtung kostenlos ausführte und somit überhaupt erst dem Architekten die Möglichkeit verschaffte, den Decorationen durch Stoffe noch die der Beleuchtung hinzuzufügen.

Die gesamten Decorationsarbeiten wurden in die bewährte Hand des inzwischen verstorbenen Hofdecorateurs Fischer, in Firma Fischer u. Sohn, Berlin W, Wilhelmstr. 49, gelegt. Der Leistungsfähigkeit des Geschäfts und dem ruhigen und bescheidenen Auftreten des allgemein in Baukreisen beliebten Mannes war es zu danken, dafs alle Unternehmer mit ihren besten Kräften einsprangen und dafs die sich unmittelbar vor dem Feste häufenden Arbeiten, wo der eine Handwerker den andern zur Eile treibt und oft zwei oder mehrere Verrichtungen an derselben Stelle auszuführen sind, zur rechten Zeit fertig gestellt werden konnten.

Die für die gesamte Ausschmückung entstandenen Kosten betrugen:

I. Innen:

1.	Kronleuchter	725 ℳ
2.	Innerer Baldachin auf Holzgerüst einschliefslich der Eckdecorationen . .	5700 „
3.	Thronhimmel	500 „

	Uebertrag	6925 ℳ
4. Abschliefsung der Bogenöffnungen in allen drei Geschossen durch Vorhänge und Banner		1650 „
II. Aufsen:		
1. Empfangslaube im ganzen		3150 „
2. Rampenausschmückung, Fanale und Masten		2175 „
3. Scheinwerfer		250 „
4. Enthüllungstücher mit Masten für die beiden Standbilder von Siemens und Krupp		240 „
	Zusammen	14390 ℳ

Da die zur Verfügung stehenden Mittel nicht ausreichten, diesen Betrag zu decken, so brachte die mit der Ausführung der Arbeiten betraute Firma Fischer u. Sohn in anerkennenswerther Weise der guten Sache ein Opfer und erklärte sich bereit, die obige Summe auf rd. 12000 ℳ zu ermäfsigen.

Die vier grofsen Sterne in den Ecken sind von dem Hauszimmermann des Instituts hergestellt und ebenso wie der Kronleuchter und das Gerüst des Velariums Eigenthum der Technischen Hochschule geblieben. Sämtliche Beleuchtungskörper des Kronleuchters ferner hat im Laufe des vorigen Etatjahres die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft der Technischen Hochschule geschenkt.

Die Mühe der Herstellung der hier beigegebenen Lichtbilder übernahm in entgegenkommendster Weise Herr Dr. Miethe, Professor an der Technischen Hochschule. Die Innenaufnahmen wurden in den Tagen nach dem Feste, wo eine längere Belichtungsdauer möglich war, ausgeführt. Bei der Anfertigung der beigegebenen Zeichnungen schliefslich hat Herr Regierungsbauführer Mahlke hülfreiche Hand geleistet.

Potsdam, im Mai 1901. Laske.

Ueber den Bau des Stauweihers Lauchensee in den Vogesen.

Von H. Fecht, Ministerialrath in Strafsburg i. E.

(Mit Abbildungen auf Blatt 32 bis 34 im Atlas.)

Der Lauchensee, im oberen Thale der Lauch gelegen, ist der vierte der Stauweiher, die durch die deutsche Verwaltung in Elsafs-Lothringen zur Verstärkung der Niederwasserstände der Vogesenflüsse im Interesse des Gewerbes, der Landwirthschaft und der Wasserversorgung neu hergestellt worden sind. Wie aus einer Veröffentlichung in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1893 S. 605, über „den Bau der Stauweiher im oberen Fechtthale" zu entnehmen ist, sind aufserdem zwei ältere, schon zu französischer Zeit ausgeführte und mittlerweile baufällig gewordene Anlagen dieser Art umgebaut und dadurch wieder betriebsfähig gemacht worden. Unter den genannten Bauten war nun der Bau des Stauwerkes am Lauchensee, dessen Beschreibung im Folgenden gegeben werden soll, mit besonderen technischen Schwierigkeiten verknüpft, die aus den vorliegenden topographischen und geologischen Verhältnissen entspringen, und hat deshalb auch relativ erheblich gröfsere Kosten verursacht, als die übrigen Anlagen.

Die Masse des Gebirgsstockes im oberen Lauchthale besteht aus einer sehr dichten, glasharten Grauwacke, die wie fast alle Gesteine dieser Formation die Eigenthümlichkeit hat, dafs sie bei der Verwitterung einen brauchbaren Bausand nicht liefert. Auf einzelnen Punkten des Gebirgskammes und in einem Seitenthale des Lauchthales, das etwa 450 m unter der Meereshöhe des Lauchenweihers in dieses einmündet, sowie an dieser Einmündungsstelle selbst steht allerdings ein verwitterter Granitgang an, aus dessen Zersetzungsproducten ein quarzhaltiger Bausand mit starker Beimischung von Feldspath gewonnen werden könnte. Hier hätten sich aber infolge der Schwierigkeiten der Beifuhr die Förderkosten bis zur Baustelle so hoch gestellt, dafs das Cubikmeter Sand etwa 25 ℳ gekostet haben würde. Unter diesen Umständen war selbstverständlich die Verwendung des Granitsandes ausgeschlossen. Die Frage stand nunmehr so, ob der ganze Entwurf aufgegeben oder eine künstliche Bereitung von Bausand durch Zermahlen des an der Baustelle anstehenden Grauwackefelsens in Aussicht genommen werden sollte. Man entschlofs sich für das letztere und zwar aus folgenden Erwägungen.

Die Erfahrung an dem zu jener Zeit, d. h. im Jahre 1888 in Ausführung befindlichen Stauweiher von Vyrnwy in Wales, wo dieselben geologischen Verhältnisse vorlagen, hatte ergeben, dafs die gemahlene Grauwacke einen quarzreichen, scharfkantigen und durchaus witterungsbeständigen Sand liefern kann. Gleichzeitig war durch Aufnahmen an der Baustelle im Lauchenweiher festgestellt worden, dafs die zum Zermahlen des Steines, d. h. zum Betriebe der Steinbrecher und der Sandmühle erforderliche Arbeitsleistung von etwa 30 Pferdekräften durch Ausnützung der Wasserkraft der Lauch unmittelbar unterhalb der Baustelle gewonnen werden konnte, wo bis zum sogenannten Lauchensprung, einem Wasserfalle etwa 300 m thalabwärts der Baustelle, ein Gefälle von 75 m verfügbar war. An diesem Punkte, in einer engen Felsschlucht gelegen, konnte daher ohne Schwierigkeit eine Turbine aufgestellt werden, die alsdann zum Betriebe der Steinbrecher und Sandmühle und gleichzeitig zur Förderung der Baustoffe von der Mörtelmühle zur Verwendungsstelle auf der Mauer, sowie zu den übrigen für den Baubetrieb erforderlichen Maschinenanlagen unter Ausnutzung des Wassers der Lauch die erforderliche Triebkraft von bis zu 120 Pferdekräften liefern konnte.

Die angestellte Berechnung ergab, dafs unter diesen Umständen das Cubikmeter gemahlenen Sandes um 7,50 ℳ hergestellt werden konnte, und das war entscheidend für die Ausführung des Baues.

Die Anlage der Turbine und der Kraftübertragung zeigen Abb. 2 Bl. 32 und Abb. 10 Bl. 33. Die Bauausführung wurde wie bei den übrigen Stauweihern in den Vogesen als Unter-

nehmen von öffentlichem Nutzen durch die Landesverwaltung von Elsafs-Lothringen als Bauherr bewirkt, nachdem die Gewerbetreibenden im Lauchthale einen Beitrag von 70000 ℳ und die Stadt Gebweiler einen solchen von 50000 ℳ bewilligt hatten.

Im Landeshaushalt 1888/89 wurde die erste Rate eingestellt und im April 1889 mit den vorbereitenden Arbeiten begonnen. Die Bauleitung wurde dem Regierungs-Baumeister Bühler übertragen. Die Oberleitung verblieb im Ministerium und wurde durch den Unterzeichneten wahrgenommen. Auch dieser Bau ist von der Verwaltung in Selbstbetrieb ausgeführt worden. Eine Vergebung der Arbeiten in öffentlichem Verding hätte bei den eigenartigen Schwierigkeiten, die hier vorlagen, eine besonders weitgehende Beaufsichtigung der Betriebsanlagen und des Betriebs des Unternehmers erfordert. Es erschien daher nicht angezeigt, vom Selbstbetrieb abzugehen, der sich bei den Stauweiherbauten im Fechtthale gut bewährt hatte.

Da die Thalsohle an dem Punkte, wo das Stauwerk errichtet werden sollte, 920 m über dem Meere, d. h. nahezu am Kamme der Vogesen, und 220 m über dem höchsten Punkte der fahrbaren Strafse im Lauchthale gelegen war, so mufste vor dem Beginn der Bauarbeiten eine Zufahrtstrafse von 3 km Länge unter schwierigen Verhältnissen angelegt werden, um die Beifuhr der Maschinen, Baumaterialien usw. zu ermöglichen (Abb. 1 u. 2 Bl. 32). Erst nach Vollendung dieser Strafse konnten die für die Unterkunft der Arbeiter nöthigen Baracken, die Werkstätten, Maschinen usw. aufgestellt und mit der Aushebung der Fundamente begonnen werden. Das Stauwerk ist vollständig auf gewachsenen, gesunden Grauwackefelsen gegründet, dessen Spalten und Klüfte nach Beseitigung aller in Verwitterung befindlichen Felstheile mit einem starken Cementbeton ausgestampft wurden.

Was die Form der Mauer betrifft, so bildet diese im Grundrifs ein Gewölbe von 900 m Krümmungshalbmesser, dessen Scheitel seewärts gerichtet ist (Abb. 4 Bl. 32). Der Querschnitt ist aus den Abbildungen 1, 8 u. 9 Bl. 33 zu ersehen. Er ist berechnet in der üblichen Weise unter der Annahme eines Einheitsgewichtes des trockenen Mauerwerkes von 2,3. Die beiden Drucklinien liegen innerhalb des mittleren Mauerdrittels, und eine Zugspannung kann daher in der Mauer nicht auftreten. Auch die Druckspannungen bleiben in mäfsigen Grenzen. Unter den Ueberfällen wurde die Mauer der Berechnung entsprechend um 0,50 m stärker gemacht.

Die seit Jahren an den gröfseren Stauweihermauern des Elsafs ausgeführten Beobachtungen über die elastische Durchbiegung dieser Mauerkörper unter der Wirkung des Wasserdrucks und unter der Wirkung der Wärmeschwankungen lassen mit Sicherheit erkennen, dafs der Einflufs des Wasserdrucks ein viel geringerer ist als derjenige der Ausdehnung durch die Wärme. Die Unterschiede der Luftwärme in diesen zwischen 600 und 900 m hoch gelegenen, vielfach von nackten Felsen eingerahmten Gebirgsthälern betragen bis zu 60° C. höchstens. Wenn es auch lange Zeit erfordert, bis sich ein Mauerkörper von dieser Mächtigkeit unter dem Einflufs der Temperatur der umgebenden Luft erwärmt oder abkühlt, so liegen doch hier die Verhältnisse für eine solche Einwirkung meist günstig. Die Mauern liegen so, dafs sie fast den ganzen Tag der Sonne ausgesetzt sind, die im Sommer aufserdem die angrenzenden, zum Theil felsigen Thalwände erhitzt und damit eine stetig wachsende Erwärmung der den Mauerkörper umgebenden Luftschicht erzeugt. Im Winter ist dieser auf seiner Landseite meist der unmittelbaren Einwirkung der eisigen Ost- und Nordostwinde ausgesetzt, die auf diesen Höhen eine bedeutende Kälte zur Folge haben. So erklärt sich die aus den unmittelbaren Beobachtungen leicht nachweisbare Bewegung dieser Mauern unter der Einwirkung der Wärmeschwankungen. Die Ausdehnungswirkungen liefsen sich auch daran erkennen, dafs nach lang andauernden Zeitabschnitten grofser Kälte im Winter an der Landseite der Mauern Ausschwitzungen eintraten, die mit dem Beginne der warmen Witterung im Frühjahr wieder verschwanden.

Solche Bewegungen im Mauerwerk sind nun, wenn auch noch so unbedeutend, unvortheilhaft für die Erhaltung dieser Bauten, und es erschien wünschenswerth, sie auf ein möglichst kleines Mafs zu beschränken. Zu diesem Zwecke wurde an der Staumauer des Lauchensees die landseitige Mauerfläche durch Vorlage eines Erdmantels, wie er in den Querschnitten (Bl. 33) eingetragen ist, gegen die Einwirkungen der äufseren Temperatur gesichert. Er wurde nicht stärker gemacht, als zu diesem Zwecke und zur Sicherung gegen Abrutschung der abgepflasterten Oberflächen der Anschüttung nothwendig war. Zur Ableitung des durchsickernden Regenwassers wurde auf der Berührungsfläche mit der Mauer eine Sickerschicht eingelegt. Es ist nicht zu erwarten, dafs dieser Erdmantel die Wirkung der Ausdehnung durch die Wärme im Mauerkörper ganz beseitigen wird; immerhin ist aber eine erhebliche Abschwächung derselben zu erwarten, da die Wärmeunterschiede der Luft, deren Einwirkung der Mauerkörper ausgesetzt ist, auf der Landseite auf etwa ein Zehntel vermindert sein werden. Bei der statischen Berechnung des Mauerkörpers gegen Wasserdruck wurde die Wirkung dieses Erdkörpers nicht berücksichtigt. Dagegen wurde seine Einwirkung auf die Standsicherheit des Mauerkörpers bei leerem Weiher untersucht. Auch hier bleiben beide Drucklinien im mittleren Drittel (Abb. 8 und 9 Bl. 33).

Der Inhalt des Lauchensees bis Mauerkrone, welche 940 m über dem Meere und 20 m über dem Grundablafs liegt, beträgt 879200 cbm. Bis zur gewöhnlichen Stauhöhe, 1 m unter Krone, ist der Fassungsraum 771500 cbm.

Bezüglich der Ueberläufe ist auch hier der von mir schon früher empfohlene Gesichtspunkt mafsgebend gewesen, dafs dieselben im Interesse des Baues sehr reichlich zu bemessen sind. Nach den Beobachtungen vom 1. Januar 1892 bis 1. Januar 1898 beträgt die mittlere jährliche Niederschlagshöhe am Lauchenweiher bei einer Höhe über dem Meere von 940 m 1558 mm. Die jährliche Niederschlagshöhe im Regengebiete des Weihers, dessen Meereshöhe im Mittel 1090 m beträgt, kann hiernach zu 1870 mm angenommen werden. Dieses Gebiet, mit einem Flächeninhalt von 557 ha, ist zu etwa 60 v. H. bewaldet. Für die gleiche Beobachtungszeit ergibt sich die mittlere Höhe der Jahresniederschläge am Alfeldweiher zu 2020 mm und im Regengebiete des Alfeldweihers zu 3080 mm. Die Bewaldung dieses Gebietes von 420 ha Flächeninhalt beträgt 39 v. H. der Oberfläche. Die gröfste bis jetzt, d. h. in den Jahren 1890 bis 1900 ermittelte secundliche Zuflufsmenge im Alfeld betrug

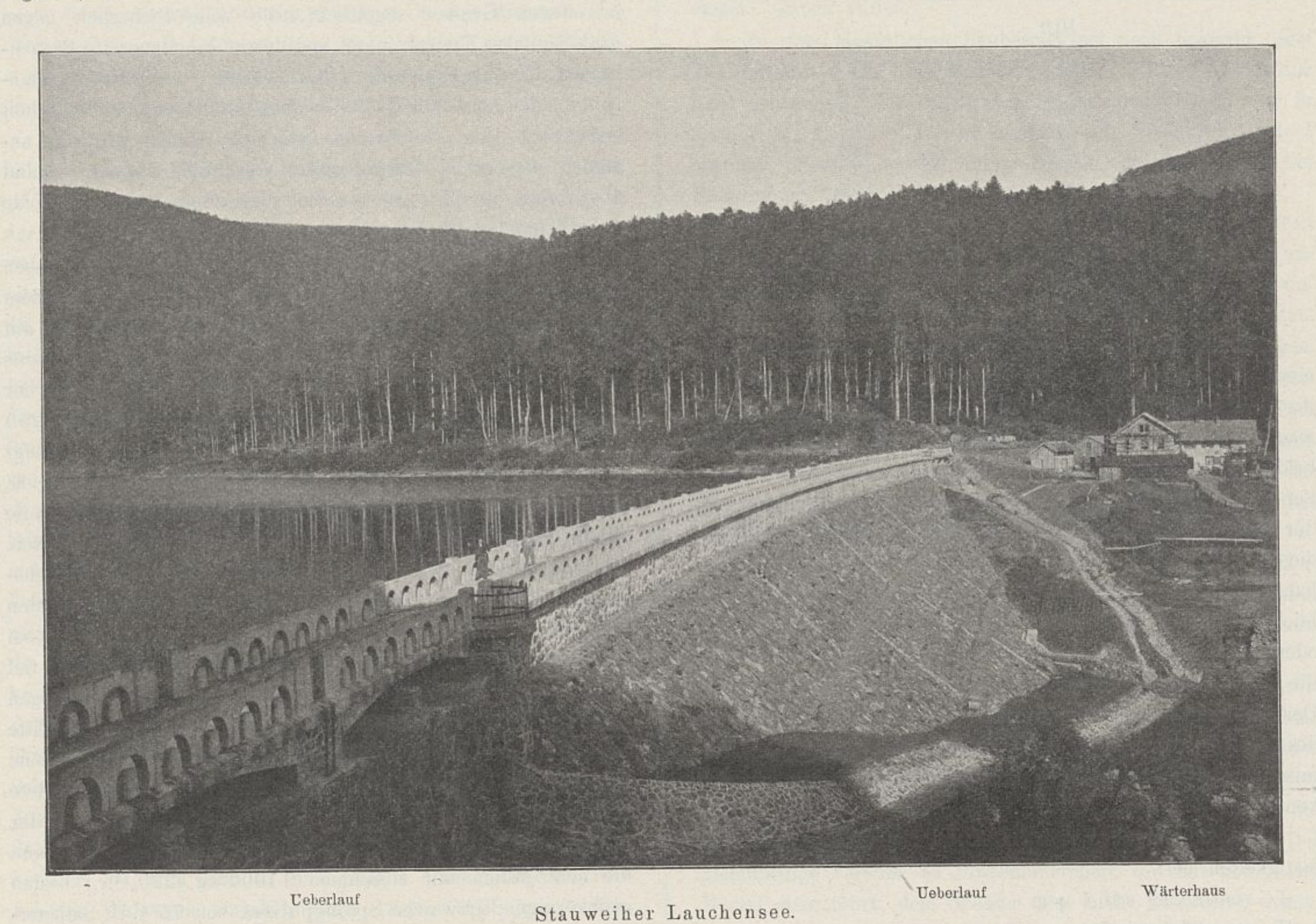
am 6. December 1895 10,5 cbm oder für 1 ha Niederschlagsgebiet 25 Liter. Nimmt man diese Zahl für das ha des Niederschlagsgebietes im Lauchenweiher an, so ist das nach den obigen Angaben über Regenhöhe und Bewaldung eine ungünstige Voraussetzung. Sie ergibt für den gröfsten secundlichen Zuflufs zum Lauchensee rund 14 cbm.

Nun ist der schlimmste Fall ins Auge zu fassen, d. h. dafs nach lang andauernden, starken Schneefällen bei gefrorenem Boden plötzlich Föhnsturm mit Regen eintritt. Die aufgehäuften Massen frischen Schnees werden dann mit dem Regen plötzlich abgehen, da der Boden nichts aufzunehmen vermag, und gleichzeitig werden die Eismassen des gefrorenen Sees sich lösen und in Bewegung kommen. Es kann in einem solchen äufsersten Falle die gröfste Abflufsmenge beträchtlich über das oben angegebene Mafs ansteigen, während gleichzeitig ein Theil der Ueberfallöffnungen durch Eisgang verstopft werden kann. Um gegen diese in den besonderen örtlichen Verhältnissen begründeten Gefahren volle Sicherheit zu schaffen, wurden vier Ueberfälle von je 10 m Länge und zwar je zwei an der rechten und linken Flanke der Mauer angeordnet, die bei normaler Einstauung zusammen 40 cbm/Secunde abführen können (vgl. Abb. 3 und 4 Bl. 32).

Da der Stauweiher nur den Zweck hat, die Niederwasser der Lauch, die unmittelbar in den Weiher fliefst, zu verstärken, so ist eine besondere Einrichtung für Ableitung des Wassers nicht erforderlich. Dieses wird vielmehr wie am Alfeldweiher durch den Grundablafs abgeleitet, der hier in Stampfbeton ausgeführt ist und durch zwei Schützen von der Mauer aus geregelt werden kann. An der thalseitigen Ausmündung ist eine gröfsere, durch Dammbalken abgeschlossene Staukammer angelegt, die den Zweck hat, den Stofs des unter hohem Druck austretenden Wassers in dem todten Wasserkörper zu brechen. In der That erfolgt der Ausflufs des Wassers über die Ueberfallkanten dieser Kammer sehr ruhig (Abb. 1 Bl. 33 und Abb. 3 und 4 Bl. 32).

Als **Baustein** konnte nur die in der Nähe der Baustelle anstehende Grauwacke in Frage kommen. Dieser Stein ist sehr hart und vollkommen wasserundurchlässig, hat aber namentlich dem Granit gegenüber den Nachtheil, dafs seine Bruchflächen weniger rauh sind als bei diesem. Der Stein konnte mit dem Hammer lagerhaft zugerichtet werden, wogegen ein Bearbeiten mit anderen Steinhauerwerkzeugen unmöglich war. Die Staumauer wurde in Cyklopenverband hergestellt aus Bruchsteinen, die bis zu $^3/_4$ cbm grofs waren, sich aber bei einer ungefähren Gröfse von $^1/_3$ bis $^1/_2$ cbm am geeignetsten erwiesen. Einige Quader, die zu den Schützen des Grundablasses erforderlich waren, wurden aus Granit vom Doller- und Fechtthale hergestellt. Die Gesims- und Kragsteine, sowie die Mauerbrüstung und endlich die Abdeckgewölbe der Ueberläufe wurden aus Stampfbeton in einer Mischung von einem Theil Portlandcement mit acht Theilen Sandgrus und Schotter hergestellt.

Zur Ermittlung der anzuwendenden **Mörtelmischung** wurden Versuche mit verschiedenen Mörtelproben gemacht. Hierzu wurde verwandt Portlandcement verschiedenen Ursprungs, Schwarzkalk in Stücken und in Mehlform, Weifskalk



Stauweiher Lauchensee.

und Trafs. Die Sandbeigabe wechselte dabei erheblich. Nach Prüfung der Ergebnisse traten schliefslich in Wettbewerb zwei Mörtelmischungen, nämlich:

I. 1 Raumtheil Portland + 1 Kalk + 6 Mahlsand, und
II. 1 Trafs + 1 Kalk + 2 ½ Sand.

Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Zeit Monat	Zugfestigkeit in kg/qcm	
	Cement-Kalk-Mörtel 1:1:6	Kalk-Trafs-Mörtel 1:1:2½
1	10,0	7,5
2	14,2	10,3
3	17,7	12,1
4	19,3	13,4
5	20,5	14,6
6	21,6	15,5
7	22,4	16,2
8	23,2	17,1
9	23,8	18,0
10	24,3	18,7
11	24,8	19,2
12	25,0	20,0
18	26,8	23,7
24	27,9	27,0

Hinsichtlich des verwandten Mahlsandes sei hierzu bemerkt, dafs eine vergleichende Untersuchung von Sand aus der Grauwacke von Vyrnwy und von solchem aus der Grauwacke vom Lauchenweiher gemahlen ergeben hat, dafs die beiden eine sehr ähnliche Zusammensetzung haben. Der Sand vom Lauchenweiher ist insofern noch etwas besser als der Sand von Vyrnwy, als er weniger Magnesia enthält als dieser. Kennzeichnend für beide Sandarten ist das Vorhandensein einer reichlichen Beimischung von Kieselsäure in leicht löslichem Zustande, durch welche bei Verwitterung oder anderweiter Zersetzung des Sandes Producte entstehen, die im Gemische mit Kalk hydraulische Verbindungen ergeben. Der Mahlsand stellt daher in dieser Richtung eine Verstärkung des Trafszusatzes dar, der deshalb auch in der Mörtelmischung verhältnifsmäfsig schwach angenommen werden konnte.

Hiernach ergaben sich im Mittel nach einem Jahr Zugfestigkeiten bei:

I. von 25 kg auf 1 qcm,
II. von 20 kg auf 1 qcm.

Bei zwei Jahre alten Mörteln betrug die Zugfestigkeit bei I. und II. ziemlich gleich 27 bis 28 kg f. d. qcm. Auch die Dichtigkeitsversuche hatten gute Ergebnisse.

Die beiden Mischungen zeigten sich nach obigem ungefähr gleichwerthig. Dabei sprach aber für den Trafsmörtel der Umstand, dafs er sich etwas billiger stellte als der Cementmörtel, und namentlich auch, dafs er in angemachtem Zustande länger brauchbar blieb als dieser, ein Vortheil, der bei der plötzlichen Regengüssen und damit unerwarteten Arbeitsunterbrechungen in hohem Mafse ausgesetzten Baustelle sehr zu berücksichtigen war. Trafsmörtel, der ein bis zwei Tage liegen geblieben war, konnte im Kollergang unter Zusatz von etwas neuen Bindestoffen wieder durchgeknetet werden und verlor an seiner Güte nichts. Cementmörtel wäre in diesem Falle unbrauchbar gewesen. Der Trafs wurde von Herfeld in Plaidt bei Andernach geliefert in einer Mischung von 1 blau, 1 grau und 1 gelb und zwar als Tuffsteine in Wagenladungen mit jeweils gleichfarbigem Material. An der Baustelle wurden die Tuffsteine zunächst durch den Steinbrecher zu Mahlgrus verkleinert, der Sand und Steine bis etwas über Wallnufsgröfse enthielt. Dieser Mahlgrus kam dann beim Anmachen des Mörtels in den Kollergang.

Die Versuche mit den verschiedenen Sorten von Schwarzkalk in Stücken und in Pulverform und mit Weifskalk hatten ergeben, dafs der letztere in der oben angegebenen Mischung mit Trafs und dem vorzüglichen Mahlsande allen Anforderungen ebenso gut entsprach wie der Schwarzkalk. Deshalb wurde bei der Verwendung dem Weifskalk der Vorzug gegeben, der, in offenen Gruben abgelöscht, die volle Sicherheit gegen nachträgliches Treiben bietet und dessen langdauernde Brauchbarkeit in eingesumpftem Zustande eine wesentliche Vereinfachung des ganzen Baubetriebes ohne Gefährdung der Sicherheit ermöglicht. Die Kalkstücke, welche in Säcken verpackt ankamen, wurden in offenen Pfannen abgelöscht, die abwechselnd über neun Sumpfgruben geschoben wurden, von denen jede eine Wagenladung fafste.

Was die Lage des Steinbruches betrifft, so ergaben die Untersuchungen, dafs der zu Tage tretende Fels auf dem Südabhang durch Witterungseinflüsse stark zerklüftet, auf dem Nordabhang dagegen vollkommen fest war und eine einzige zusammenhängende Masse bildete. Hier wurde der Steinbruch angelegt; so weit von der Baustelle entfernt (250 bis 400 m), dafs eine schädliche Einwirkung der Sprengschüsse auf die Mauer nicht mehr möglich war, und so hoch, dafs auch auf die höchsten Schichten des Mauerkörpers die Steine mit natürlichem Gefälle abgefahren werden konnten. Im Herbst 1889 wurde mit der Räumung des die Steinbruchsstelle bedeckenden Bodens begonnen, und sodann wurden während des Winters zwei Stollengänge hergestellt, die bei im Mittel 50 m Entfernung von einander bis etwa 50 m tief in den Berg hineingingen. Mit den kleinen Abzweigungen an den Enden und mit beiderseitigen Kreuzstollen in der Mitte betrug die gesamte Stollenlänge 150 m, die lichte Höhe 1,60 m, die Breite 0,70 m. Einschliefslich Material kostete 1 m Stollen rund 100 ℳ. An den acht Endpunkten der Stollen wurden alsdann Minenkammern ausgesprengt, sodann die acht Minen mit zusammen 11000 kg (220 Ctr.) besten grobkörnigen schwarzen Sprengpulvers von 75 v. H. Salpetergehalt geladen und durch gut isolirte Kupferdrähte verbunden. In der Mitte jeder Pulverkiste war eine Schachtel mit Dynamit eingebracht, in welche die elektrischen Zünder eingedrückt waren. Nach Fertigstellung der Füllung wurden die Stollen mit raschbindendem Cementmörtel vermauert. Die Entzündung erfolgte alsdann vermittelst einer 200 m entfernt vom Steinbruch aufgestellten Zündmaschine für Reibungselektricität, und der Schufs hatte die Wirkung, dafs etwa 7000 cbm Gestein gelöst wurden.

Nördlich der Baustelle wurde ein Wasserbehälter angelegt, der sich von einem Graben speist, der mehrere Quellen und Runsen anschneidet, die aufserhalb des natürlichen Regengebiets des Staubeckens sich befanden. Dieser Graben blieb bestehen und dient zur Vergröfserung des Regengebiets um 72 ha. Von dem Wasserbehälter aus wurde eine 50 mm weite gufseiserne Leitung — der Beweglichkeit halber mit Gummiringen abgedichtet — abgezweigt, die den ganzen Werkplatz, Kalkgruben, Mörtelmühle, Schmiede, die Brunnen

vor den Wohnhütten und ebenso die Staumauer mit Wasser versorgten. Wassermenge und Druck waren hinreichend, um die Felsoberfläche in der Baugrube gründlich abschwemmen, die Bausteine vor ihrer Verwendung waschen und das fertige Mauerwerk stets anfeuchten zu können, damit die Erhärtung des Trafsmörtels gleichmäfsig erfolgen konnte.

Die Sandmühle wurde im Jahre 1890 von Brink und Hübner in Mannheim eingerichtet (vgl. Abb. 5, 6 u. 7 Bl. 33). Die Hauptantriebswelle für die zur Sand- und Mörtelbereitung erforderlichen Maschinen, 120 mm stark, mufste eine Kraft von 60 PS übertragen können mit einer Umlaufgeschwindigkeit von 120 Umdrehungen in der Minute. Der Steinbrecher, mit beiderseitigem Riemenbetrieb an die Hauptwelle angeschlossen, machte 200 Umdrehungen in der Minute. Die Brechmaulweite betrug 500 auf 300 mm.

Bei der Gröfse der eingeworfenen Steinschroppen und bei der grofsen Härte des Steinmaterials waren etwa 12 bis 15 PS bei vollem Betriebe erforderlich. Dabei konnten in der Stunde 5 cbm Kleinschlag erzeugt werden. Das Brechgut des Steinbrechers fiel in eine Mulde, von wo es mittels eines an einer Doppelkette laufenden Becherwerks auf etwa 12 m gehoben und in ein schräg liegendes kreisendes, gelochtes Stahlblech-Trommelsieb geleitet wurde. Im Sieb fielen alle sandgrofsen Theile in einen Kippwagen ab, d. h. die Theile vom feinsten Material in Staubform bis zum groben Sand von 4 mm gröfstem Durchmesser. Das mittlere Brechgut von 4 bis 40 mm fiel durch die diese Lichtweite haltenden Sieblöcher der letzten Abtheilung des Siebes in eine Schüttrinne, welche sie zwischen die zwei Walzen des Walzwerks führte. Diese Walzen, 360 mm breit und von 850 mm Durchmesser, drehten sich mit 22 Umdrehungen in der Minute gegen einander und liefsen unten den gemahlenen Sand in die Mulde fallen, in welche auch das Brechgut des Steinbrechers abfiel. Aus der Mulde brachte das Becherwerk dann den Sand mit dem Kleinschlag zusammen wieder in das Trommelsieb. Die in das Trommelsieb gehobenen ganz groben Schroppen von über 40 mm Gröfse wurden nach Durchlaufen des Siebes vorn abgelenkt, um nochmals von Hand in den Steinbrecher geworfen zu werden. Mit dieser Einrichtung konnten $1^1/_2$ cbm Sand in einer Stunde erzeugt werden, wobei das Walzwerk ebenfalls etwa 12 bis 15 PS zum vollen Betriebe nöthig hatte. Die Walzen waren mit Bandringen aus Hartgufs oder aus Stahl überzogen und konnten leicht ausgewechselt werden. Die abgenützten stählernen Bänder konnten noch mehrmals abgedreht werden. Sie blieben dabei an ihrem Platz im Walzwerk, und mittels einer Schmirgelscheibe mit über 1000 Umdrehungen wurden die vorstehenden Theile abgeschliffen.

Zur Mörtelbereitung wurden zwei Kollergänge von Laeis in Trier aufgestellt (Abb. 2, 3 u. 4 Bl. 33). Sie bestehen aus offenen gufseisernen Schalen von 2,30 m Durchmesser und 0,36 m Höhe, die sich um ihre lothrechte Mittelachse drehen. Die beiden seitlichen Stützen der Kollergänge greifen an der Mittelachse in Form einer eckigen Acht zusammen und haben in den Oeffnungen je eine Walze von 1,05 m Durchmesser und 0,37 m Breite bei 1500 kg Gewicht, die sich frei dreht. An dem Rahmen sind pflugscharartige Bleche festgemacht, zwischen denen sich der Mörtel beim Umdrehen der Schalen schraubenförmig durchzwängt. Die Läufer mahlen die Mörtelbestandtheile Kalk und Trafs unter Wasserzugabe fein, kneten sie zusammen und mengen sie mit dem Sand zu einem sehr guten, gleichmäfsigen Mörtel. Zur Mörtelbearbeitung wurde zunächst 1 Raumtheil Mahlgrus von Tuffstein mit 1 Theil Kalkteig unter reichlichem Wasserzusatz einige Minuten lang im Kollergang gemischt. Sodann wurden mit der Handschaufel allmählich $2^1/_2$ Raumtheile Sand aufgebracht. Die vollkommene Mischung brauchte 10 Minuten und ergab etwa $^1/_4$ cbm Mörtel. Der Mörtel wurde so steif angemacht, dafs er, wenn er in Haufen aufgeschüttet und mit der Schaufel senkrecht durchgeschnitten wurde, mit glatter Schnittfläche stehen bleiben mufste.

Zu dem eigentlichen Baubetrieb sei noch bemerkt, dafs die Gerüste in den drei Baujahren 1892, 93 und 94 jeweils dem Anwachsen des Mauerkörpers entsprechend in der in Abb. 1, 2, 4 und 5 Bl. 34 angegebenen Weise angeordnet wurden. Ebenso ist die entsprechende Gleisanlage für die Steinzufuhr aus Abb. 3 und 7 Bl. 34 zu ersehen.

Die acht Krahnwagen griffen zu beiden Seiten so weit über die Mauerbreite über, dafs durch die auf ihnen angebrachten Kabelwinden die grofsen Steinblöcke jeweils unmittelbar an ihre Verwendungsstelle gebracht werden konnten. Zum Heben der Steine dienten starke dreigriffige Stahlzangen.

Die Förderung des Mörtels von den tiefliegenden Kollergängen bis zur Höhe der Mauer erfolgte vermittelst eines durch die Turbine beweglichen Kettentriebs mit Schrägbahn und endloser Kette. Alle diese Einrichtungen waren in der Art getroffen, dafs jeder Materialtransport auf der Mauer selbst vermieden wurde.

Da der zur Verwendung gekommene Mörtel seiner Zusammensetzung nach reiner Wassermörtel war, so erschien es wesentlich, dafs das fertige Mauerwerk thunlichst bald dem Wasser ausgesetzt werde.

Zu diesem Zwecke wurde der See während der Bauzeit in den Wintern 1892 und 93 jeweils bis auf einige Meter unter die fertige Mauerhöhe eingestaut, sodafs das Wasser den Mauerkörper durchdringen konnte. Der Mörtel ist unter diesen Bedingungen im Verlauf von zwei Jahren, wie die Untersuchungen ergeben haben, ganz vorzüglich erhärtet. Der gleichzeitige Versuch an Probemäuerchen, die mit demselben Mörtel ausgeführt, dem Wasser aber nicht ausgesetzt waren, ergab, dafs die Erhärtung eine ungleich geringere war und der Zustand des Mörtels auch in den folgenden Jahren ein dauernd mangelhafter blieb. Es scheint mir daher wesentlich, bei Staumauern, die mit Trafsmörtel ohne Cementzusatz ausgeführt werden, eine Abdichtung gegen den Eintritt des Wassers erst vorzunehmen, nachdem der Mauerkörper mehrere Jahre der Einwirkung des Wassers frei ausgesetzt war.

Die Anschüttung des landseitigen Erdmantels wurde erst vorgenommen, nachdem die Mauer vier Jahre lang fertig war und während dieser ganzen Zeit in Betrieb gestanden hatte. Hierdurch konnte vorher mit Sicherheit festgestellt werden, dafs der Mauerkörper keinerlei Mängel zeigte und dafs das Setzen des Mauerwerks durchaus gleichmäfsig erfolgte. Die landseitigen Fugen wurden zunächst ausgespitzt, wobei sich zeigte, dafs der Mörtel eine aufserordentliche Härte erreicht hatte, sodann mit einem starken Cementmörtel verfugt, und hierauf die Anschüttung in wagerechten Schichten aufgebracht und auf der Oberfläche mit Polygonalpflaster abgedeckt.

Der Gesamtinhalt des Mauerkörpers beträgt 28 600 cbm, und es hat sich ergeben, dafs ein cbm Mauerwerk 65 v. H. Steine und 35 v. H. Mörtel enthält. Auf 100 cbm Mauerwerk entfallen an Tagesschichten:

a) auf dem Bauplatz: 45 Maurer, 12 Maurerhandlanger, 27 Tagelöhner; hierzu 2 Aufseher und 2 Vorarbeiter;

b) im Steinbruch: 100 bis 120 Steinbrecher, ein Aufseher und ein Vorarbeiter.

Die mittlere Arbeitsleistung an Mauerwerk war bei Vollbetrieb 90 cbm für den Tag, die gröfste Leistung 150 cbm.

Die Kosten der Anlage betragen:

a) für den Mauerkörper mit allem Zubehör, einschliefslich Weganlagen: 880 000 ℳ oder für 1 cbm Mauerinhalt 30,8 ℳ,

b) für den Erdmantel: 95 000 ℳ,

zusammen also 975 000 ℳ. 1 cbm Weiherinhalt kostet deshalb 1,26 ℳ.

Hierzu sei noch bemerkt, dafs Kosten für Grunderwerb nicht entstanden sind, weil das für den Stauweiher erforderliche Gelände Staatswald war.

Die Eindeichung und Entwässerung des Memeldeltas.

Von Danckwerts, Regierungs- und Baurath, Professor der Wasserwirthschaft in Hannover,
Matz, Meliorations-Bauinspector in Münster, Deichinspector a. D., und Hagens, Civilingenieur in Königsberg i. Pr.

(Mit Abbildungen auf Blatt 12 bis 15 im Atlas.)

(Schlufs.)

IX. Die Hebewerke.

a) Allgemeine Anordnung, Wassermenge und Hubhöhe.

Die Niederung besafs, wie bereits früher erörtert ist, vor der Eindeichung eine gröfsere Zahl von natürlichen Vorfluthern. Es war daher geboten, diese auch für die künstliche Entwässerung als Vorfluther beizubehalten und annähernd ebensoviel (7) Hebewerke zu errichten, wie Vorfluther vorhanden waren, um keine Entschädigungsansprüche wegen Vermehrung der Wasserzuführung seitens der Unterlieger aufkommen zu lassen.

Die Herstellung von ein oder zwei grofsen Hebewerken hätte allerdings den Vorzug des vortheilhafteren Maschinenbetriebs und der geringeren Baukosten für die Hebewerke selbst gehabt. Die Verbindungscanäle zwischen den einzelnen Vorfluthern hätten jedoch alsdann erheblich gröfsere Abmessungen erhalten müssen, da Geländegefälle in dieser Richtung nicht vorhanden war. Die Mehrkosten der Verbindungscanäle und deren Nebenanlagen hätten die Ersparnifs an den Hebewerken reichlich aufgewogen. Eine Gesamtersparnifs wäre daher aus der Anlage von etwa nur zwei grofsen Hebewerken nicht zu erzielen gewesen, sondern es wären wahrscheinlich dadurch noch langwierige Rechtsstreitigkeiten der Unterlieger hervorgerufen.

Für die Ermittlung der gröfsten Leistungsfähigkeit sämtlicher Hebewerke wurde zunächst angenommen, dafs von je 1 ha Niederschlagsgebiet 0,65 Liter in der Secunde abzuführen seien — dieselbe Abflufsmenge, welche in der schlesischen Anweisung für die Aufstellung von Drainageentwürfen für die Bestimmung der Rohrweiten vorgeschrieben ist. Bei dem Niederschlagsgebiet von rund 18 500 ha ergibt sich daraus eine gröfste Fördermenge von

$$18\,500 \cdot 0{,}65 = 12{,}02 = \text{rd. } 12 \text{ cbm/sec.}$$

Im Hinblick auf die Erfahrungen im Linkuhnen-Seckenburger Entwässerungsverband, dessen Hebewerke nach den durch den Civilingenieur Hagens[5]) ausgeführten Untersuchungen nur eine Gesamtförderleistung von rd. 10 cbm in der Secunde, d. i. bei dem 22 180 ha grofsen Niederschlagsgebiet 0,45 Liter je ha und Secunde ergaben und die zur rechtzeitigen Entwässerung der Niederung ausgereicht hatten, wurden zunächst nur sechs Hebewerke mit je 1,7 cbm gröfster secundlicher Leistung, also einer Gesamtfördermenge von 10,2 cbm (= 0,55 Liter je ha und Sec.) erbaut und die Errichtung eines siebenten Hebewerks für den Fall des Bedarfs der Zukunft überlassen.

Alle sechs Hebewerke haben die gleiche Leistungsfähigkeit, Bauart und Maschineneinrichtung erhalten, um die Bedienung und Unterhaltung möglichst zu vereinfachen. Dies war umsomehr zulässig, als im Gelände keine natürlichen, die Gröfse der zufliefsenden Wassermengen vorweg bestimmenden Poldergrenzen vorliegen und die an sich für gewöhnliche Betriebszeiten zweckmäfsige Wasserverbindung aller Hebewerke unter einander noch besonders infolge der zeitweiligen Aufserbetriebsetzung des Hebewerks bei Schönwiese und der Einlassung des Oberwassers (Cap. VI) erforderlich ist.

Aushülfsmaschinen auf den einzelnen Hebewerken sind nicht vorgesehen, da die Hebewerke sich gegenseitig unterstützen.

Die Aufsenwasserstände schwanken von — 0,34 m bis + 1,86 m N.N. (= + 1,00 m bis + 3,20 m P.P.).

im Sommer N.W. — 0,16 N.N. = + 1,18 P.P.
M.W. + 0,10 „ „ = + 1,44 „ „
H.W. + 0,66 „ „ = + 2,00 „ „

Die Innenwasserstände zwischen: — 0,44 m bis + 0,06 m N.N. (= + 0,90 bis + 1,40 m P.P.).

---

5) Die in einigen älteren Veröffentlichungen gegebenen Förderleistungen dieser Werke (24 cbm in 1 Secunde) ergeben sich nach den Hagensschen Berechnungen als viel zu grofs, wie denn auch danach und nach den aus den Betriebsberichten entnommenen Arbeitszeiten der Werke in einzelnen Jahren eine die gefallene Regenmenge erheblich überschreitende Wassermenge gefördert wäre.

Unmittelbare Wassermessungen führten wegen der grofsen Querschnitte der Zulaufcanäle und der dadurch bedingten sehr geringen Wassergeschwindigkeiten zu keinem Ergebnifs. Es blieb daher nur eine Berechnung aus den Indicatordiagrammen der Dampfmaschinen unter Annahme eines mittleren Wirkungsgrades der Wasserhebemaschinen übrig, welche 10 bis 12 cbm in der Secunde bei mittleren Hubhöhen ergab.

Die jährliche Arbeitszeit der gröfseren Hebewerke dieses Verbandes schwankt zwischen 1300 und 2500 Stunden, während die kleineren Werke längere Arbeitszeiten haben. Der jährliche Kohlenverbrauch des Verbandes schwankt zwischen 1150 und 2500 tons und ist wegen der ganz veralteten Maschinen sehr hoch. Bei den grofsen, mit Condensationsmaschinen ausgestatteten Werken wurde für eine indicirte Pferdekraft ein Verbrauch von 3,2 bis 4,8 kg guter englischer Steinkohlen festgestellt. Diese Werke werden jetzt unter Berücksichtigung der im Memeldelta gemachten Erfahrungen umgebaut, wodurch der Kohlenverbrauch erheblich vermindert werden wird.

Der höchste Aufsenwasserstand von + 1,86 m N.N. kommt jedoch nur äufserst selten vor, ist bisher nur einmal im Jahre 1829 beobachtet und in den ungünstigen Hochwasserjahren 1888 und 1889 nur annähernd erreicht worden, sodafs auf eine Hubhöhe von + 0,06 auf + 1,86 m = 1,80 m nur äufserst selten zu rechnen ist. Der mittlere Aufsenwasserstand liegt auf + 0,16 m N.N. (= 1,50 P.P.). Die Hubhöhen bewegen sich daher gewöhnlich zwischen 0,20 und 0,80 m. Die mittleren Jahreshubhöhen in den Betriebsjahren 1898, 1899 und 1900 sind auf: 0,53 m, 0,78 m und 0,75 m festgestellt.

b) Bauart der Wasserhebemaschinen.

Zur Zeit kommen[6]) für die Hebung grofser Wassermassen auf geringe Hubhöhen nur noch Schnecken, Kreiselräder, Kreiselpumpen und Schöpfräder in Betracht. Hinderlich für die Verwendung der Schnecken ist die grofse Länge des erforderlichen Fundaments, die beschränkte Fördermenge und die schräge Lage der Achse, deren Verbindung mit der Dampfmaschine dadurch erschwert wird. Kreiselräder mit lothrechter Achse liegen ganz unter Wasser und sind daher schwer zu überwachen. Im Falle irgend einer Beschädigung, welche durch Kraut und eingeklemmte feste Körper leicht eintreten kann, müssen sie mit einem Zeitaufwand von oft mehreren Tagen vielleicht gerade in mifslicher Zeit aus dem Wasser gehoben, gereinigt und ausgebessert werden. Diese beiden Arten von Schöpfmaschinen wurden daher für das Memeldelta von vornherein ausgeschlossen und nur Heberkreiselpumpen und Schöpfräder zugelassen.

Kreiselpumpen liegen zwar über Wasser, sind aber durch ein Gehäuse dem prüfenden Blick des Aufsichtsbeamten entzogen, laufen bisweilen in schadhaftem Zustande unbemerkt längere Zeit hindurch und erfordern schliefslich auch erheblichen Zeitaufwand für etwaige Auswechslungen. Vortheilhaft sind sie insofern, als sie infolge der grofsen Wassergeschwindigkeit nur geringe Abmessungen und also geringe Kosten verursachen, obgleich die für das Saugrohr zur Vermeidung des Luftzutritts erforderliche Eintauchungstiefe auch entsprechend tiefe Fundamente erfordert. Eine Kreiselpumpe mufs bei gutem Betriebe mit abnehmender Hubhöhe auch die Umdrehungszahl entsprechend verringern. Andernfalls wirft sie das Wasser mit zu grofser Geschwindigkeit unnöthig hoch, erzeugt Wirbel und Stöfse und arbeitet nicht mehr mit dem gröfsten Wirkungsgrad. Verringert sie aber ihre Umdrehungszahl entsprechend dem Sinken der Hubhöhe, so verringert sie dadurch auch die erzeugte Wassergeschwindigkeit und also die geförderte Wassermenge. In der Praxis wird in der Regel die gröfste zu überwindende Hubhöhe der Anordnung der Pumpe zu Grunde gelegt, auch bei geringeren Hubhöhen beibehalten und alsdann ein entsprechend schnelles Sinken des Wirkungsgrades in den Kauf genommen. Für die Berechnung des Kraftbedarfs der treibenden Maschinen wird dabei eine Hubhöhe von 3 m als Mindestmafs angenommen. Die Verwendung von Kreiselpumpen empfiehlt sich unter allen Umständen für grofse Hubhöhen und für nicht wesentlich schwankende Aufsenwasserstände. Von den Holländern werden sie deshalb mit Recht neuerdings überall da angewandt, wo das Wasser aus den trocken gelegten Binnenmeeren in die künstlich angelegten und in ihrem Wasserspiegel wenig schwankenden Ringcanäle gehoben wird, um von diesen aus auf natürlichem Wege oder mittels besonderer Hebewerke nach der starken Wasserspiegelschwankungen unterliegenden Nordsee abgeführt zu werden.

Für kleine und stark schwankende Hubhöhen kann man die Mängel der Kreiselpumpen unter gewissen Umständen mit in den Kauf nehmen, weil sie eine marktgängige Ware, also schnell und wegen des starken Wettbewerbs auch entsprechend billig zu beschaffen sind, keine grofse Gründung erfordern und unter Umständen in leichten Bretterschuppen untergebracht werden können.

Aus kleinen Entwässerungsgebieten fliefst das Niederschlagswasser selbst bei grofsen Sammelbecken und vorzüglich ausgebauten Gräben immer noch sehr schnell den Hebewerken zu und mufs dort ebenso schnell beseitigt werden. Der Betrieb ist also hier stets ungleichmäfsig und stofsweise, und die durch das jedesmalige Anheizen der Maschine verbrauchten Kohlen fallen sehr erheblich ins Gewicht gegenüber denjenigen Kohlen, welche etwa durch ein Wasserrad von gröfserer Nutzleistung erspart werden könnten. Da kann man also sehr wohl die Frage des Kohlenverbrauchs gegenüber den praktischen Gesichtspunkten zurücktreten lassen.

Schöpfräder haben den Vorzug, dafs sie überall sichtbar und bequem zugänglich sind, sowie dafs etwaige Ausbesserungen, die meist nur an den Schaufeln vorkommen, schnell und von nicht besonders geschulten Personen ausgeführt werden können. Die alten hölzernen, von Windmühlen getriebenen Wurfräder, welche vor 25 Jahren noch vielfach in den Elb- und Wesermarschen angetroffen wurden, liefen mit grofser Umfangsgeschwindigkeit in einem Holzgerinne von sehr weitem Spielraum, sodafs von dem durch die Schaufeln gefafsten Wasser ein grofser Theil wieder zurücklief und der Rest wie mit einer Wurfschaufel in hohem Bogen ins Oberwasser befördert wurde. Der Wirkungsgrad dieser Wurfräder war daher nur gering. Die Holländer und Italiener erbauten jedoch schon in den 60er und 70er Jahren des 19. Jahrhunderts aus Gufseisen und Holz sauber zusammengepafste Schöpfräder, welche möglichst genau in das Radgerinne eingesetzt waren, wenig Rücklaufwasser hatten und wie die gewöhnlichen Kolbenpumpen das Wasser mit geringer Geschwindigkeit von 2 bis $2^1/_2$ m/sec hinaufdrückten. Der Wirkungsgrad dieser Räder war verhältnifsmäfsig grofs und namhafte holländische und italienische Ingenieure wie Delprat, Korevaar, Chizzolini bauten sie wiederholt, stellten Versuche damit an und kamen zu sehr günstigen Ergebnissen. Chizzolini schrieb u. a. einen besonderen Aufsatz über die ruota pompa (Radpumpe), worin er gegenüber der Kreiselpumpen-Schwärmerei, welche nach der zweiten Londoner Ausstellung entstand, erklärte, der Wettbewerb der Kreiselpumpe gegenüber dem Schöpfrad werde bald in seine Grenzen zurückgedrängt werden.

In Deutschland führte der jetzige Oberbaudirector a. D. Excellenz Wiebe im Jahre 1860 Schöpfräder nach holländischem Muster in Petricken (Ostpreufsen) aus und setzte schriftstellerisch die Vorzüge derselben auseinander. In den Elbmarschen bauten die Niederländische Dampfschiffahrts-Gesellschaft in Rotterdam, Egestorff in Hannover und das Lüneburger Eisenwerk in den 70er Jahren noch mehrere gröfsere Schöpf-

6) Vgl. Mittheilungen des Vereins für Moorcultur 1900 S. 104 ff.

räder. Der unterzeichnete Danckwerts baute im Jahre 1881 gemeinsam mit der Firma Messerschmidt in Harburg ein Schöpfwerk in Fünfhausen bei Harburg mit zwei Schöpfrädern und stellte durch Bremsungen der Maschine und durch Wassermessungen den hohen Wirkungsgrad der Räder unabhängig von der Dampfmaschine fest. Im holländischen Delftland und in Atfeh am Nil wurden zu gleicher Zeit Schöpfräder von aufserordentlichen Abmessungen ausgeführt. Bei der Trockenlegung des Haarlemer Meers und des Ij sowie bei der Spülung der Stadt Amsterdam wurden in den 60er und 70er Jahren des 19. Jahrhunderts gleichfalls für die Hebung grofser Wassermengen auf niedrige und stark schwankende Hubhöhen grofse Schöpfräder in Spaarndam, Halfweg, Gouda, Katwijk und Zeeburg erbaut.[7])

Im vorliegenden Falle wurden Schöpfräder gewählt, weil es sich auch hier um ziemlich erhebliche Schwankungen des Aufsenwassers und meist um geringe Hubhöhen handelt. Ferner fiel dabei ins Gewicht, dafs eine Aenderung der Umdrehungszahl, welche für Kreiselpumpen bei wechselnden Hubhöhen im Interesse des besseren Wirkungsgrades erforderlich wird, beim Antrieb durch die weiterhin zu erörternden Drehstrom-Elektromotoren sich als unthunlich erwies, wenn man nicht zu auswechselbaren Rädern greifen wollte. Beim Schöpfrad kann die durch den Elektromotor bedingte gleichmäfsige Umdrehungszahl auch bei Schwankungen des Aufsenwassers eingehalten werden, ohne dafs die Leistung der Räder wesentlich abnimmt. Dafs Schöpfräder hier durchaus am Platze sind, geht auch aus der nachstehenden Erklärung des als Erbauer von Turbinen und Kreiselpumpen weltbekannten, jetzt leider verstorbenen Civilingenieurs Kämp in Hamburg hervor, die dieser nach örtlichem Studium der Anlagen abgegeben hat:

„Ich bin hierher gekommen mit der Meinung, dafs die Schöpfräder für das Memeldelta ein Fehler seien, und dafs man besser gethan hätte, Kreiselpumpen zu nehmen. Ich habe hier aber gesehen, dafs die mittlere und normale Förderhöhe nur 200 bis 500 mm beträgt. Damit mufste meine Beurtheilung sich ändern und ich stehe nicht an zu erklären, dafs für die hier wirklich vorliegenden Verhältnisse Schöpfräder unzweifelhaft den Vorzug verdienen und dafs man ein Recht hatte, sich hierfür zu entscheiden."

Dies Urtheil fällt umsomehr ins Gewicht, weil Herr Kämp im Jahre 1881 auf eine bezügliche Anfrage erklärte, „dafs er sich nicht mit dem Bau von Schöpfrädern, sondern nur von Centrifugen befasse, weil diese bislang von keiner anderen Maschine übertroffen seien."

Wenn die geringe Umdrehungszahl der Schöpfräder gegenüber der grofsen der Elektromotoren und das daraus hervorgehende grofse Uebersetzungsverhältnifs Schwierigkeiten bot, so mufsten diese nach Lage der Sache mit in den Kauf genommen und überwunden werden.

c) Einzel- oder Kraftwerkbetrieb.

Bau, Unterhaltung und Betrieb der Hebewerke von Entwässerungsverbänden verursachen fast stets verhältnifsmäfsig grofse Schwierigkeiten. Die Bauten sind an den tiefsten Punkten der Niederungen, wo das Wasser zusammenströmt, in oft sehr abgeschiedener Lage und schwierigem, morastigem Baugrund auszuführen, werden wegen der Transporte und Gründungen sehr theuer und müssen daher in ihren Flächen- und Massenabmessungen möglichst beschränkt werden. Die Unzugänglichkeit der Baustelle erschwert und vertheuert die Anfuhr der Kohlen und die Unterbringung und Beaufsichtigung des Betriebspersonals, welch letzterer Umstand besonders ungünstig ins Gewicht fällt, weil derartige Hebewerke gewöhnlich nur 30 bis 60 Tage jährlich und zwar zur Zeit andauernder Niederschläge und unergründlicher Wege im Betrieb sind, die übrige Zeit dagegen still liegen. Die Maschinenführer und Heizer haben daher viel freie Zeit und werden mangels anderer geeigneter Beschäftigung zum Müfsiggang mit seinen Folgen verleitet. Im Linkuhnen-Seckenburger Verbande, wo das Maschinenpersonal der sieben in solch abgelegener Gegend erbauten Hebewerke entsprechend seiner geringen, nur zeitweiligen dienstlichen Beanspruchung nur geringe Löhne erhielt und daher sehr minderwerthig war, lagen diese Mifsstände um das Jahr 1890 offenkundig. Bauwerke und Maschinen befanden sich in einem schlechten und theilweise verwahrlosten Zustande. Für die sechs Einzeldampfanlagen des Memeldeltas war dasselbe zu befürchten. Auch die Anfuhr der Kohlen auf den meist an ihrer Mündung versandeten Altwässern wäre sehr unbequem gewesen (es konnte nur die Zufuhr von englischen oder westfälischen Kohlen auf dem Wasserwege von Memel aus in Frage kommen). Namentlich hätte auch die Ueberwachung der Kohlenanfuhr und des Personals sowie dessen angemessene Beschäftigung während der Betriebspausen und die vorübergehende Beschaffung von Ablösungspersonal bei Dauerbetrieb erhebliche Schwierigkeiten verursacht. Für sechs Hebewerke wären nämlich zwölf Personen und später für sieben Hebewerke 14 Personen sowie während des Frühjahrs-Dauerbetriebs die doppelte Anzahl erforderlich gewesen.

Diese Erwägungen und die seit dem Jahre 1891 eingetretene Verwendung des elektrischen Starkstromes zur Kraftversorgung räumlich getrennter Betriebe veranlafsten den mitunterzeichneten Oberleiter der Neubauten im Januar 1895 bei mehreren deutschen Elektricitätsfirmen anzufragen, ob im hier vorliegenden Falle der Betrieb der Hebewerke von einem einzigen Kraftwerk aus technisch und wirthschaftlich möglich und zweckmäfsig erschiene. Nachdem diese Anfrage allseitig zustimmend beantwortet war, wurde in den Ausbietungsbedingungen bestimmt, dafs die sechs mit gleicher Leistungsfähigkeit und gleicher Maschineneinrichtung zu erbauenden Hebewerke sowohl jedes durch eine besondere Dampfmaschinenanlage als auch von einem gemeinsamen Kraftwerk aus elektrisch betrieben werden könnte. Darauf gingen 25 Angebote ein, und zwar 17 für Einzel- und 8 für elektrischen gemeinsamen Betrieb, und obgleich ein unter Berücksichtigung der elektrischen Kraftverluste vorsichtig aufgestellter Betriebskostenvergleich rechnungsmäfsig für keine der beiden Betriebsarten den offenkundigen Ausschlag gab, so beschlofs doch das Deichamt des Verbandes aus den obigen Erwägungen auf Befürwortung des Oberleiters die Ausführung der gemeinsamen Anlage.

Darauf wurden seitens des mitunterzeichneten Hagens und des Herrn Gisbert Kapp von der Technischen Hochschule in Charlottenburg als den maschinen- und elektrotechnischen Sachverständigen des Deichverbandes einerseits

7) Vgl. Danckwerts. Abwässerung des holländischen Rheinlands und Spülung der Stadt Amsterdam. Zeitschr. f. Bauwesen 1887.

und der Herren Regierungsbaumeister Soeder und Ober-Ingenieur Köttgen als Vertretern der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft und der Firma Siemens u. Halske in Berlin anderseits die besonderen maschinen- und elektrotechnischen Bedingungen für den zwischen diesen beiden Firmen zu veranstaltenden engeren Wettbewerb vereinbart. Schliefslich nach längeren Verhandlungen erhielt die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft den Zuschlag und stellte das ganze Werk innerhalb 15 Monaten betriebsfähig her, indem sie die gesamten Maschinenanlagen der Uniongiefserei in Königsberg i. Pr. und die gesamten Bauten der Firma C. Krause u. Co. in Berlin übertrug.

d) Allgemeine Beschreibung.

Das Kraftwerk ist in Tramischen unweit der Mündung des tiefen Karkelflusses und unmittelbar neben der von Kaukehmen nach Karkeln führenden Chaussee auf einem hochwasserfrei gelegenen Sandhügel an der Stelle erbaut, an welcher die Chaussee den Deich schneidet. Die Kohlen gelangen auf Haffkähnen von 3000 Centnern Tragfähigkeit unter Benutzung des Karkelflusses bis unmittelbar an den Deich. Von hier werden sie auf einer 1300 m langen Feldbahn bis zum Kraftwerk befördert.

Der elektrische Strom wird jedem Hebewerke in besonderen Kraftleitungen, die an hölzernen, auf der inneren Deichböschung aufgestellten Masten hängen, zugeführt. Durch die Anordnung getrennter Leitungen hängt jedes Hebewerk unmittelbar am Schaltbrett des Kraftwerkes und kann hier unabhängig von den übrigen angeschlossen oder ausgeschaltet werden. Das Kraftwerk ist mit allen Hebewerken durch besondere Fernsprechleitungen verbunden. Diese Leitungen dienen gleichzeitig dazu, um in dem Kraftwerk die höchsten und niedrigsten zulässigen Binnenwasserstände durch Schwimmer mit Klingelsignal selbstthätig zu melden, sodafs der Betriebsführer weifs, wann das betreffende Hebewerk ein- oder auszuschalten ist. Das Ingangsetzen und Abstellen der Hebewerke erfolgt von dem Kraftwerk aus durch eine einfache Hebelbewegung. Hierbei ist die Anwesenheit eines Wärters auf dem Hebewerk nicht erforderlich. Es werden also umständliche und kostspielige Anlafsvorrichtungen vermieden, die Betriebssicherheit der einzelnen Motoren erhöht und schliefslich vom Schöpfwerkpersonal nur ein Mindestmafs von Sachkenntnifs beansprucht. Die Bedienung der Hebewerke beschränkt sich auf die Reinhaltung der Anlage und die Schmierung der Lager, welche so grofse Schmiergefäfse erhalten haben, dafs sie nur einmal in sieben Tagen nachgefüllt zu werden brauchen. Das ständige Personal besteht nur aus einem Betriebsführer, zwei Maschinisten, von denen einer vorzugsweise maschinentechnisch, der andere elektrotechnisch vorgebildet ist, zwei Streckenwärtern, die nur die Ausbildung der gewöhnlichen Dorfschmiede haben, und einem Heizer. Für den gewöhnlichen Betrieb des Kraftwerks genügt ein Maschinist und ein Heizer. Den beiden Streckenwärtern liegt die Beaufsichtigung der Hebewerke, der Fernleitungen und ferner auch der Deiche mit allem Zubehör ob. Der ganze Hebewerkbetrieb ist mithin nur von einem kleinen, jedoch gut geschulten Personal abhängig.

Bemerkt sei noch, dafs auch der Deichinspector des Verbandes, der in Kaukehmen seinen Wohnsitz hat und die technische Leitung des Betriebes bewirkt, mit dem Kraftwerk Tramischen durch Fernsprecher verbunden und dadurch jeden Augenblick in der Lage ist, sich über die Wasserverhältnisse in der Niederung usw. zu unterrichten. Dies ist namentlich z. Z. des Hochwassers aufserordentlich wichtig.

e) Maschinen- und elektrischer Theil.

In dem Kraftwerk sind zwei Drehstrom-Dynamomaschinen aufgestellt und mit je einer Dampfmaschine direct gekuppelt. Die Dynamos sind zur Aufnahme von 240 Pferdestärken gebaut, machen normal 167 Umdrehungen in der Minute, leisten 160 Kilowatt und haben einen Wirkungsgrad von 91 v. H. Die Hauptspannung zwischen je zwei Leitungsdrähten beträgt 5000 Volt. Die Schaltung ist so eingerichtet, dafs jedes Schöpfwerk mit dem Kraftwerk durch eine eigene Leitung verbunden ist und von jeder der beiden Maschinen mit Strom versehen werden kann. Anderseits ist es möglich, beide Maschinen parallel nach allen Hebewerken arbeiten zu lassen, sodafs also der Strom jedes Hebewerks gleichzeitig von beiden Dynamos geliefert wird.

Die Gesamtleistung des Kraftwerks reicht zum Betriebe von vier Hebewerken mit gröfster Belastung oder von sieben Hebewerken mit normaler Belastung aus. Die Motoren auf den Schöpfwerken leisten normal 75 effective Pferdestärken und sind zur directen Aufnahme des hochgespannten Stromes ohne Transformirung eingerichtet; sie werden von dem Kraftwerk aus gleichzeitig mit den Primärmaschinen angelassen.

Das Anlassen und Abstellen ist nur von dem Kraftwerk aus, nicht aber auf den Hebewerken möglich, um das Eingreifen des nicht elektrotechnisch vorgebildeten Wärterpersonals unmöglich zu machen. Beim Anlassen müssen die Primärdynamos voll erregt sein. Von den beiden vorhandenen Erregerdynamos ist die eine vollständig unabhängig von den Hauptmaschinen gemacht; sie wird durch eine 17 pferdige Dampfmaschine mittels Riemens angetrieben. Die andere ist direct mit einem 20 pferdigen Drehstrommotor gekuppelt, welcher gleichzeitig mit einer der voll erregten Hauptmaschinen angelassen wird. Nachdem bei dieser zweiten Erregerdynamo die Betriebsspannung erreicht ist, wird die kleine Dampfmaschine abgestellt und bildet mit der zugehörigen Erregerdynamomaschine eine vollständige Aushülfe. Jede Erregermaschine reicht zur Erregung beider Drehstrommaschinen aus und vermag aufserdem noch den Strom für 30 Glühlampen zur Beleuchtung des Kraftwerks zu liefern.

Aus den Armaturspulen[8]) der Drehstrommaschinen gelangt der Strom zunächst zu einer Hauptschalttafel, auf welcher sich alle für den sicheren Betrieb erforderlichen Einrichtungen befinden. Für jedes Schöpfwerk sowie für den Erregermotor ist ein dreipoliger Umschalthebel vorhanden, der die Verbindung mit der einen oder anderen Primärmaschine gestattet. Für das siebente Hebewerk, welches erforderlichenfalls später angeschlossen werden soll, ist ein entsprechender Platz für einen Umschalthebel vorgesehen.

Gegen Ueberlastung sind die Maschinen und Motorenleitungen durch dreipolige Sicherungen geschützt. Alle nicht stromführenden Metalltheile der Schaltvorrichtungen sind durch eine gemeinsame Leitung mit der Erdplatte des Blitzableiters

8) In Bezug auf die Einzelheiten des elektrischen Theils der Anlage wird auf die Veröffentlichung der Allgem. Elektricitäts-Gesellschaft in der Elektrotechnischen Zeitschrift 1897 Heft 39 verwiesen.

verbunden. An diese Leitung ist gleichzeitig eine Vorrichtung angeschlossen, welche mittels eines Fernsprechers jeden schädlichen, in der Anlage sich einstellenden Erdschlufs durch ein Alarmsignal anzeigt und ebenso bei eintretendem Bruch eines Drahtes der Fernleitungen in Thätigkeit tritt.

Als Leitungsmaterial für die Hochspannungsleitungen ist Siliciumbroncedraht von 3,5 mm Durchmesser gewählt. Die Leitung ist an Holzmasten (Text-Abb. 3) derartig befestigt, dafs der tiefste Punkt in stark durchhängendem Zustande 6 m über der Deichkrone liegt. Bei Wegeübergängen beträgt die Höhe über der Strafse 8 m. Hier sind auch zum Schutze gegen etwa reifsende Drähte breite Schutznetze angebracht, während auf

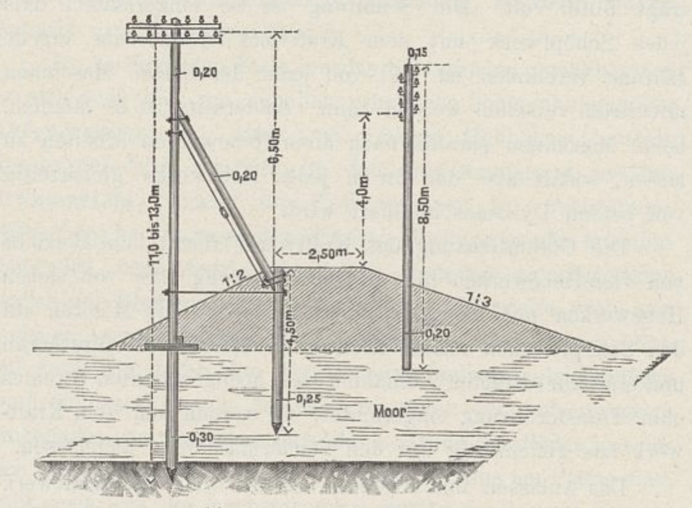


Abb. 3. Fernleitung. 1 : 200.

den übrigen Deichstrecken, deren Betreten für das Publikum verboten ist, keine Schutznetze ausgeführt sind; jedoch ist jeder Mast nach beiden Seiten mit weit ausladenden Auffangeeisen versehen, die beim etwaigen Bruch eines Drahtes den Strom zur Erde abführen, was sich sofort in dem Kraftwerk durch den Erdschlufsanzeiger bemerkbar macht. Die Holzmaste, welche auf der Innenböschung aufgestellt sind, sodafs die Deichkrone für den Wagenverkehr zur Deichvertheidigung frei bleibt, haben solche Längen erhalten — bis zu 13,50 m —, dafs sie durch den ganzen Mooruntergrund hindurch und noch etwa 0,50 m in den festen Sand hineinreichen. Um den Halt im Deichkörper zu erhöhen, sind etwa 1 m unter der Böschungsoberfläche kräftige Holzkreuze an den Masten angebracht. Die Entfernung der beiden äufsersten Hebewerke von dem Kraftwerk beträgt für Nr. I 6780 m, für Nr. VI 17 470 m. Das Hebewerk II mit 1340 m Entfernung und die Werke III mit 7620 m, IV mit 10 420 m und V mit 11 520 m Entfernung sind an die Gestänge von I und VI angeschlossen.

Die Fernsprechleitung ist, um Störungen durch vagabondirende Ströme zu vermeiden, als Doppelleitung ausgeführt und zwar mit verzinktem Eisendraht von 3,0 mm Stärke. Es sind mithin für jedes Hebewerk fünf Leitungsdrähte — drei Hochspannungs- und zwei Fernsprechdrähte vorhanden. — Auf Strecken mit Leitungen für nur ein Hebewerk sitzen die Fernsprech- und Hochspannungsleitungen an einem gemeinsamen Gestänge, dessen Maste einen mittleren Abstand von 80 m haben. Auf allen übrigen Strecken haben im Interesse einer erhöhten Sicherung des Betriebes die Maste des Hochspannungsgestänges nur 40 m Abstand, und es ist aufserdem ein besonderes Gestänge für die Fernsprechleitungen aus gewöhnlichen imprägnirten Telegraphenstangen von 8,50 m Länge an der äufseren Deichkante aufgestellt. Die Maste an den Knickpunkten der Leitung sind gehörig verstrebt und verankert, ebenso ist auf langen geraden Strecken jeder fünfte Mast gegen Windbruch durch Strebe und Anker gehörig gesichert, um die Ausdehnung eines etwaigen Brechens der Maste bei aufsergewöhnlich starken Stürmen thunlichst einzuschränken. Die Hochspannungsmaste haben einen mittleren Durchmesser von etwa 25 cm und konnten mit Rücksicht auf die grofse Länge nicht imprägnirt werden. Die Leitungen der Reichspost sind an ihren Kreuzungen mit der Starkstromleitung unterirdisch geführt, um jeder Beschädigung bei etwaigem Bruch der Starkstromleitung vorzubeugen.

Die beiden Hauptdampfmaschinen in dem Kraftwerk sind stehende Compounddampfmaschinen mit Einspritzcondensation, mit 450/700 mm Cylinderdurchmesser, 450 mm Hub, welche bei 167 Umdrehungen und 0,125 Gesamtexpansion je 240 effective Pferde leisten. Die zum Betriebe der Erregerdynamos erforderliche Dampfmaschine ist eine stehende Eincylinder-Hochdruckdampfmaschine von 205 mm Cylinderdurchmesser, 200 mm Hub, welche bei 250 Umdrehungen und 0,2 Füllung 17 effective Pferde leistet.

Zum Betriebe der Dampfmaschinen sind drei Zweiflammrohrkessel von je 75 qm Heizfläche und 8 Atm. Ueberdruck vorhanden. Sie haben 2200 mm Durchmesser, 7500 mm Mantellänge, gewölbte Böden. Die Flammrohre haben 800 mm Durchmesser. Jedes Flammrohr hat vier Gallowayröhren. Drei Injectoren und eine Worthington-Dampfpumpe nebst Röhrenvorwärmer zur Ausnutzung des abgehenden Dampfes sind an passender Stelle angebracht.

Das Speisewasser kann sowohl aus einem im Kesselhause geschlagenen Abessinierbrunnen von 20 m Tiefe, als auch aus einem aufserhalb des Gebäudes befindlichen gemauerten Brunnen entnommen werden. Der letztere empfängt sein Wasser mittels einer zur Vermeidung tiefer Erdarbeiten heberförmig ausgeführten Leitung aus einem benachbarten Flufslauf.

Die Schöpfräder haben, um bei den verschiedenen Wasserständen noch ein vortheilhaftes Aus- und Eintauchen der Schaufeln zu erzielen, 8 m Durchmesser erhalten sowie 1,68 m Nutzbreite. Die normale Umfangsgeschwindigkeit beträgt nur 1 m, um die Hubverluste durch Stöfse und Wirbelungen zu verringern. Die Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit um 10 v. H. wird durch entsprechende Erhöhung der Umdrehungszahl der Dampfmaschinen erreicht, ohne dafs dadurch der Nutzeffect der Motoren und Dampfdynamos beeinträchtigt wird. Das Achsmittel liegt auf + 2,51 m N.N. (= 3,85 m P.P.), sodafs die Schaufeln bis — 1,49 N.N. (= — 0,15 m P.P.) eintauchen. Die Schöpfräder (Text-Abb. 4) sind nach Art der Suspensionsräder mit zwei am Umfange angebrachten Zahnkränzen (wie in Vitella, vgl. Post, Ztschr. f. Bauwesen, Jahrg. 1894 S. 267 u. 395) ausgerüstet; sie haben an beiden Seiten Blechkränze von 8000 bezw. 3500 mm Durchmesser und 7 mm Stärke, welche mittels Laschen zusammengenietet sind. An den Innenseiten sind Winkeleisen von 75 × 50 × 10 mm zur Befestigung der 28 Eichenholzschaufeln von 35 mm Stärke angenietet. Da Eichenholz spröde ist und der Bruch einer Schaufel stets den Bruch mehrerer Nachbarschaufeln zur Folge hat, weil die

abgebrochenen Eichensplitter der einen Schaufel sich unter die nächste Schaufel klemmen, so ist das äufserste Brett jeder Schaufel durch weicheres, weniger zum Splittern geneigtes Kiefernholz ersetzt worden. Besser würde sich hierzu noch Linden- oder Pappelholz eignen, dies ist jedoch im Memeldelta schwer zu beschaffen und auch weniger dauerhaft.

Die Zahnkränze sind aus Stahlgufs gefertigt, aus je acht Theilen zusammengesetzt und durch kaltes Hämmern in den Theilkreis eingerichtet. Jeder Zahnkranz hat 440 Zähne von 170 mm Breite. Der Radkropf hat nur eine Länge von etwa drei Schaufeltheilungen, damit bei niedrigem Aufsenwasser das Wasser nicht unnöthig hochgehoben werden mufs. Damit jedoch bei hohem Aufsenwasserstande das Wasser nicht nach dem Innern des Rades zurückläuft, sind an der Aufsenwasserseite der Räder in den Seitenwänden des Gerinnes gekrümmte ⊏-Eisen als Falze vorgesehen. Durch Einlegen von gut zugepafsten ⊏-Eisen in diese Falze wird der Kropf nach Bedarf erhöht.

Die Schöpfräder werden von den Elektromotoren mittels eines Riemen- und zweier Räder-Vorgelege angetrieben. Die beiden Stahltriebe zu den Zahnkränzen haben 30 Zähne. Das grofse Rad der ersten Vorgelegewelle hat 72 keilförmige Zähne bei 22 π Theilung und 210 mm Zahnbreite und 1584 mm Theilkreisdurchmesser, der eingreifende Trieb hat 18 keilförmige Zähne bei 396 mm Durchmesser. Beide Räder sind aus Gufseisen gefertigt. Die grofse Riemscheibe auf der zweiten Vorlegewelle hat 2,40 m Durchmesser, die kleine auf der Motorwelle sitzende Riemscheibe, welche ebenso wie die grofse fliegend angeordnet ist, um den Riemen bequem aufbringen und abnehmen zu können, hat 0,60 m Durchmesser. Die Scheiben haben 400 mm Breite, ihre Achsen einen Abstand von 5500 mm. Der Motor ist jedoch auf Gleitschienen gesetzt und kann dem Recken des Riemens entsprechend verstellt werden.

Zunächst sind in Rücksicht auf die aufserordentlich ungünstigen Betriebsverhältnisse — Wärmewechsel von + 35° bis — 25° Celsius, grofse Feuchtigkeit, das Erfordernifs sofortiger Betriebsfähigkeit nach langen Betriebspausen und bei niedriger Temperatur — Gummiriemen ohne Naht zur Anlieferung gelangt. Um jedoch auch Erfahrungen über die Verwendbarkeit von gewöhnlichen genähten Lederriemen, welche halb so theuer sind und von dem Betriebspersonal an Ort und Stelle ausgebessert werden können, zu sammeln, ist auf einem Hebewerk versuchsweise auch ein solcher Lederriemen eingestellt. Bisher hat auch dieser vollständig genügt. Hinsichtlich der Dauer beider Riemenarten müssen natürlich erst weitere Erfahrungen abgewartet werden.

Die Lager der grofsen Riemscheibenwelle und des Räderpaares mit den keilförmigen Zähnen sind auf einer kräftigen gemeinschaftlichen eisernen Sohlplatte befestigt.

Bei 570 Umdrehungen des Elektromotors machen die Schöpfräder in der Minute:

$$\frac{570 \cdot 0{,}6 \cdot 18 \cdot 30}{2{,}4 \cdot 72 \cdot 440} = \text{rd. } 2{,}4 \text{ Umdrehungen, entsprechend}$$

1 m Umfangsgeschwindigkeit.

f) Baulicher Theil.

Die Bauart der Gebäude des Kraftwerks und der Hebewerke ist aus Blatt 15 ersichtlich. Hinsichtlich der Hebewerke ist zu bemerken, dafs zunächst die Uebertragung der Kraft vom Motor auf das Schöpfrad ausschliefslich durch Rädervorgelege vorgesehen war und daher der Motor nebst sämtlichen Lagern der Vorgelegewellen zwischen Spundwänden auf einem gemeinsamen Fundament von geringem Umfange untergebracht werden konnte (Abb. 6 bis 8 Bl. 15). Die späterhin zu erörternde Nothwendigkeit des Ersatzes des zweiten Rädervorgeleges durch Riemenantrieb führte jedoch dazu, für den Motor einen besonderen Brunnen in einem Holzkasten zu versenken.

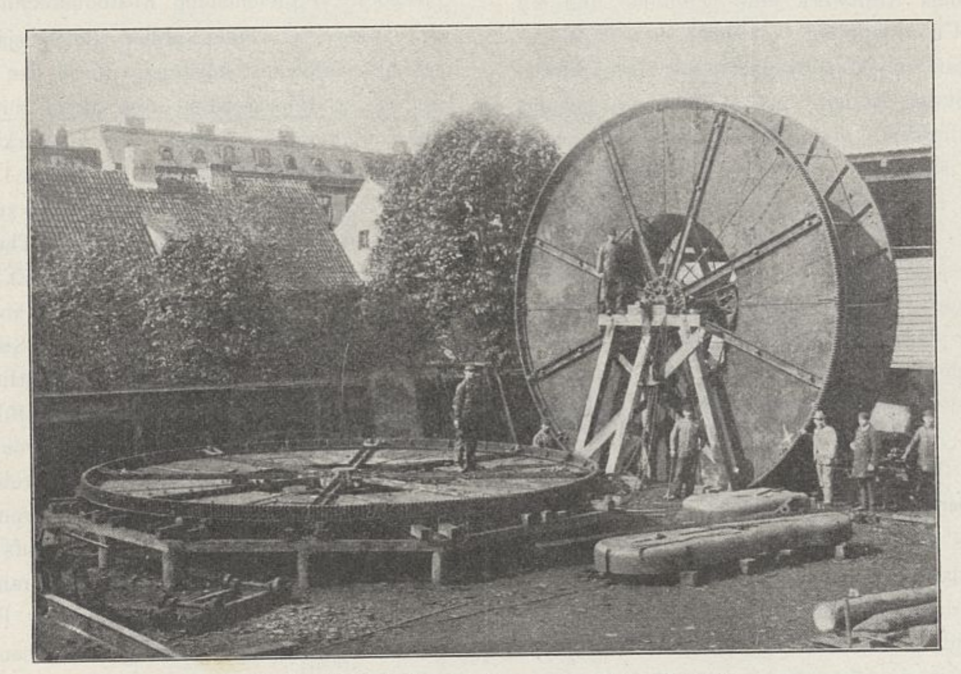


Abb. 4. Schöpfräder im Bau, ohne Holzschaufeln.

Das Gerinne des Schöpfwerks ist ebenso wie das Fundament für die Vorgelege und den Motor aus Beton hergestellt, der in etwa 1 m Stärke unter Wasser eingebracht ist; nach genügendem Erhärten der Sohlschicht ist der darüber befindliche Theil im Trocknen als Stampfbeton ausgeführt. Alle Kanten in dem Gerinne sind durch Winkeleisen gesichert. Zur Herstellung der oberen Schicht im Gerinne ist ein besonders fetter Beton verwandt worden. Es möge hier jedoch bemerkt werden, dafs die Betonsohle bei der starken und andauernden Durchströmung sich nicht besonders gut hält und ein hochkantiges Pflaster aus hart gebrannten Klinkern oder besser ein Belag aus Granitplatten wenn auch kostspieliger, so doch erheblich widerstandsfähiger sein würde und in späterer Zeit vielleicht noch auszuführen ist.

Die Radstube hat einen Stein starke massive Seitenwände, die Motorstube nur Fachwerkwände mit Bretterschalung erhalten. Wände und Fufsboden der Motorstube ruhen auf übergekragten oder bei der nachträglichen Erweiterung auf Betonstützen in Eisenrohren gelagerten eisernen Trägern. Neben der Motorstube ist ein Gerätheschuppen zum Unter-

bringen der Dammbalken und des Deichvertheidigungsmaterials ausgeführt, in welchem zugleich die Fernsprechkammer untergebracht ist. Das Dach ist ein doppeltes Pappdach.

Ein Gitter von 4 m Länge, dessen senkrechte, aus Flacheisen hergestellte Stäbe lichte Zwischenräume von 30 mm haben, schützt das Schöpfrad vor dem Eintreiben von Hölzern usw. Der Spielraum des Schöpfrades im Gerinne beträgt höchstens 10 mm. An beiden Enden des Gerinnes sind Dammbalkenfalze angeordnet. Um das selbsthätige Schliefsen der aus Eichenholz hergestellten Stemmthore zu ermöglichen, ohne dafs infolge Rückwärtsdrehung des Schöpfrades eine eingehende Strömung erzeugt wird, haben die Thore Gegengewichte erhalten.

Das ganze Kraftwerk hat eine bebaute Grundfläche von nur rd. 287 qm. Der ganze Wirthschaftshof in Tramischen, auf welchem aufser dem Kraftwerk eine Schmiede und ein Gerätheschuppen zur Unterbringung von Deichvertheidigungsgeräthen usw., zwei Beamtenwohngebäude für drei verheirathete Beamte nebst zwei Stallgebäuden, zur Ausführung gelangt sind, umfafst einschliefslich des Kohlenlagerplatzes einen Flächenraum von nur rd. 70 a. Die Gesamtanordnung dieser Gebäude zu einander ist in Abb. 5 Bl. 15 dargestellt. Die Grundrisse der Wohn- und Stallgebäude sind von der Ausführungscommission des Deichamts den örtlichen Bedürfnissen und Gewohnheiten entsprechend festgestellt. Das Wohngebäude für den Betriebsführer enthält im oberen Geschofs ein Commissionszimmer, welches auch zur Übernachtung für den Deichinspector während der Deichvertheidigung eingerichtet ist.

X. Betriebsergebnisse.

a) Kinderkrankheiten und Unfälle.

Bei der Wahl des elektrischen Betriebes waren sich alle Betheiligten darüber klar, dafs aufser dem unvermeidlichen Kraftverlust, welcher durch die Einschaltung der Dynamos, der Elektromotoren und der Leitung entstehen mufste, auch die Schwierigkeiten mit in den Kauf genommen werden mufsten, die bei der Anwendung von noch nicht vielfach erprobten technischen Mitteln einzutreten pflegen. Alsbald bei der Festsetzung der besonderen Ausführungsbedingungen war daher das Bestreben der betheiligten Techniker darauf gerichtet, diese Kinderkrankheiten und vor allem ihre wirthschaftlichen Nachtheile möglichst fern zu halten. Für die Selbständigkeit des Betriebes der Hebewerke durch Herstellung ausreichender Verbindungscanäle war schon vorweg Sorge getragen. Die Nebeneinanderschaltung der Hebewerkmotoren in getrennten Leitungen an Stelle der Hintereinanderschaltung in gemeinsamen Leitungen und die Aufstellung zweier selbständigen Dynamos und Dampfmaschinen mit ihrem Zubehör sicherten beim Unfall eines Hebewerks den Betrieb der übrigen und beim Unfall einer Dynamomaschine den Betrieb der sämtlichen Hebewerke bei nicht aufsergewöhnlich hohen Aufsenwasserständen durch die zweite Dynamomaschine. Aber nach alter Erfahrung traten gerade an derjenigen Stelle, wo dies am wenigsten vermuthet wurde, dennoch Störungen ein. Die Dynamos und die Leitungen arbeiteten zwar stets tadellos, aber die Elektromotoren waren nach einem Muster gebaut, das sich nicht bewährte. Die in den Motorengehäusen gelagerten Leitungswindungen gestatteten ein Ueberspringen des elektrischen Funkens und ein Durchbrennen der Drähte. Die von Herrn Gisbert Kapp empfohlene besondere Anordnung verringerte diese Gefahr erheblich, und es wurden schliefslich nach dieser Anordnung sämtliche Motoren von der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft neu geliefert, auch noch zwei Aushülfsmotoren unentgeltlich aufgestellt.

Die Verbindung der Elektromotoren mit den Schöpfrädern war auf Vorschlag der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft mittels zweier Zahnradvorgelege ohne Einschaltung eines Riemenantriebes bewirkt. Die angestellten Berechnungen und die anderweitig gemachten Erfahrungen liefsen diese eine Eingriffsgeschwindigkeit der Zähne von 13 m in der Secunde bedingende Anordnung als zulässig erscheinen, und die dadurch erzielte Ersparnifs an Fundamenten war gegenüber dem weit auseinander gezogenen Riemenantrieb so bedeutend, dafs sie bei der auf des Messers Schneide balancirenden vergleichenden Kostenberechnung ins Gewicht fiel.

Aber die beiden ersten Betriebsjahre 1897 und 1898 brachten vielfache Störungen durch den Bruch der Zahnräder der ersten Uebersetzung vom Motor zum Zwischenvorgelege. Diese Zahnräder wurden erst verstärkt, dann in Stahlgufs ausgeführt, dann schliefslich im Winter 1898/99 ganz beseitigt und durch Riemenantrieb ersetzt. Die zuerst gelieferten Räder zeigten allerdings nicht unerhebliche Theilungsfehler, brachen aber bei so geringer Belastung, dafs die statische Beanspruchung des Materials höchstens 60 bis 70 kg/qcm betragen haben kann. Durch Verwendung von Stahlgufstrieben konnten die Zähne des grofsen Rades wesentlich verstärkt werden, trotzdem brachen auch in dieser Ausführung einzelne Räder bei einer statischen Beanspruchung von nur 30 kg/qcm und bei tadelloser Ausführung. Zerreifsproben mit Bruchstücken ergaben eine Zugfestigkeit des verwandten Gufseisens von 1620 bis 1750 kg/qcm. Der Stahlgufs der Triebe ergab in den Zähnen 4430 bis 4700 kg, im Kranz 3750 kg/qcm Zugfestigkeit bei 3,4 bis 4,7 bezw. 1,9 v. H. Dehnung.

Die Zuziehung hervorragender Theoretiker und Praktiker führte auch zu keiner sicheren Feststellung der Ursachen der Brüche, wahrscheinlich wurden diese Brüche wenigstens theilweise durch ungeeigneten Zusammenbau des Motors mit dem Triebwerk hervorgerufen. Auch die Lagerung des Triebwerkes war nicht überall einwandfrei, Fehler, wie sie in der ersten Zeit des elektrischen Betriebes häufig vorkamen. (Vgl. O. Lasche, Elektrischer Antrieb mittels Zahnradübertragung. Zeitschr. des Vereins dtsch. Ingenieure 1899 S. 1417.) Schliefslich wurde der Riemenantrieb eingerichtet und zu dem Ende mit erheblichen Kosten ein besonderes Betonfundament für den Motor in einem Holzkasten, sowie für die vergröfserte Motorstube eine Anzahl Betonpfeiler in schmiedeeisernen Brunnenröhren von der Firma R. Sandmann in Königsberg ausgeführt.

Der Riemenantrieb hat sich bis jetzt bewährt, die zuerst angewandten theuren, aus einem Stück ohne Naht hergestellten Gummiriemen konnten schon versuchsweise durch gewöhnlich gekittete Lederriemen ersetzt werden, ohne dafs sich Anstände ergeben hätten.

Die Mastenentfernung für die Fernleitungen war ursprünglich auf 60 m angenommen, aus Sparsamkeitsgründen jedoch später auf 80 m erhöht worden. Diese Entfernung erwies sich jedoch bei starken Stürmen als zu grofs, und es blieb nun nichts übrig, als durch Einschaltung weiterer Masten die Entfernung theilweise auf 40 m — vielleicht übermäfsig gering

Zeit	Gefallene Regenhöhe mm	Geförderte Regenhöhe mm	Regenhöhe geförderte / gefallene v. H.	Kohlenverbrauch Centner	Effective Leistung in 1000 mkg (cbm Wasser auf 1 m Hubhöhe berechnet) cbm	Nutzeffect 100 cbm Wasser 1 m hoch haben erfordert kg Kohlen
1898						
Januar	48,1	24,938	52 [1]	1 478	2 106 500	3,5
Februar	38,4	39,118	102	2 391	5 268 200	2,28
März	43,9	41,715	95	2 246	2 792 300	4,03
April	58,7	32,070	54,7	1 675	3 273 900	2,56
Mai	105,3	23,290	22,1	1 239	1 354 800	4,57
Juni	65,8	13,442	20,5	896	1 357 200	3,31
Juli	157,9	31,080	19,7	1 557	4 291 700	1,82
August	48,9	26,261	53,7	1 766	3 224 400	2,75
September	83,9	20,848	25,0	1 244	2 569 000	2,42
October	36,5	21,230	58,3	1 149	1 883 500	3,05
November	39,6	27,835	70,5	1 249	1 962 600	3,18
December	79,9	60,930	76,3	2 982	5 910 800	2,53
Januar — März	130,4	105,771	81,0	6 115	1 016 700	3,01
April — Juni	229,8	68,802	29,8	3 810	5 985 900	3,19
Juli — September	290,7	78,189	27,0	4 567	10 085 100	2,28
October — December	156,0	109,995	70,7	5 380	9 756 900	2,76
Summe 1898	806,9	362,757	45,0	19 872	35 994 900	2,75
1899						
Januar	51,3	80,215	156,5 [1]	3 865	10 072 000	1,92
Februar	28,9	43,820	152,0	2 340	6 232 000	1,88
März	24,3	32,730	134,0	1 790	4 365 000	2,05
April	35,0	31,500	90,2	1 219	3 949 200	1,55
Mai	60,3	6,311	10,5	315	674 400	2,34
Juni	68,2	17,555	25,7	1 090	2 578 300	2,11
Juli	32,4	1,551	4,8	100	169 100	2,96
August	25,6	0,955	3,7	110	131 500	4,18
September	38,6	1,202	3,12	217	141 800	7,67
October	68,7	1,352	1,97	108	200 200	5,20
November	65,3	34,797	53,4	2 540	6 400 000	1,92
December	22,9	13,037	57,0	1 060	3 172 000	1,67
Januar — März	104,5	156,765	150,0	7 995	20 669 000	1,93
April — Juni	163,5	55,366	33,9	2 624	7 201 900	1,82
Juli — September	96,6	3,708	3.85	427	442 400	4,82
October — December	156,9	49,186	31,2	3 808	9 772 200	1,95
Summe 1899	521,5	265,025	50,7	14 854	38 085 500	1,95
1900						
Januar	39,6	3.35	8,5	210	171 528	6,15
Februar	31,0	11,71	37,8	520	561 674	4,63
März	41,0	39,60	96,5	2 195	4 101 696	2,68
April	14,4	47,15	328,0	3 060	9 120 897	1,68
Mai	13,3	10.25	77,2	670	1 972 727	1,70
Juni	80,7	—	—	60	—	—
Juli	66,3	4,11	6,2	200	542 070	1.85
August	46,0	—	—	—	—	—
September	85,2	—	—	45	32 615	6,90
October	88,0	3,76	4,3	365	529 644	3,44
November	44,0	26,07	59,0	980	2 281 217	2,15
December	66,2	28,18	42,5	1 670	3 591 243	2,32
Januar — März	111,6	54,66	49.0	2 925	4 834 898	3.03
April — Juni	108,4	57,40	53,0	3 790	11 093 624	1,71
Juli — September	197,5	4,11	2,1	245	574 685	2,13
October — December	198,2	58,01	29,3	3 015	6 402 104	2,36
Summe 1900	615,7	174,18	42,5	9,975	22 905 311	2,17
Summe 1898/1900	1 944,1	801,96	—	44 701	96 985 711	—
Mittel	648,0	267,39	41,2	14 900	32 328 570	2,31

Bemerkungen

1. Ein Theil der geförderten Regenhöhe ist bereits im Monat vorher gefallen. Auch hat der hohe Wasserstand des Rufs- und Gilgestromes Druckwasser erzeugt.

2. Garantirt ist für die vertraglich auszuführenden Versuche 1,5 kg Kohlen für 100 cbm und 1,0 m Hubhöhe. Diese Leistung ist nach den Proben erreicht.

3. Geringe Hubhöhen u. kurze, durch mehrtägiges Stillliegen unterbrochene Betriebszeiträume erhöhen den Kohlenverbrauch und verringern den Nutzeffect.

4. Da ein Versickern und seitliches Abfliefsen des Wassers hier nicht eintreten kann, so gibt die Differenz 1 — 2 die Verdunstungshöhe an, diese beträgt im Sommer etwa 70 v. H., im Winter etwa 30 v. H.

5. Für Sommereindeichungen braucht man nach den Beobachtungen der vorliegenden drei Jahre nur etwa 30 v. H. der Regenhöhe der Berechnung der Fördermengen zu Grunde zu legen.

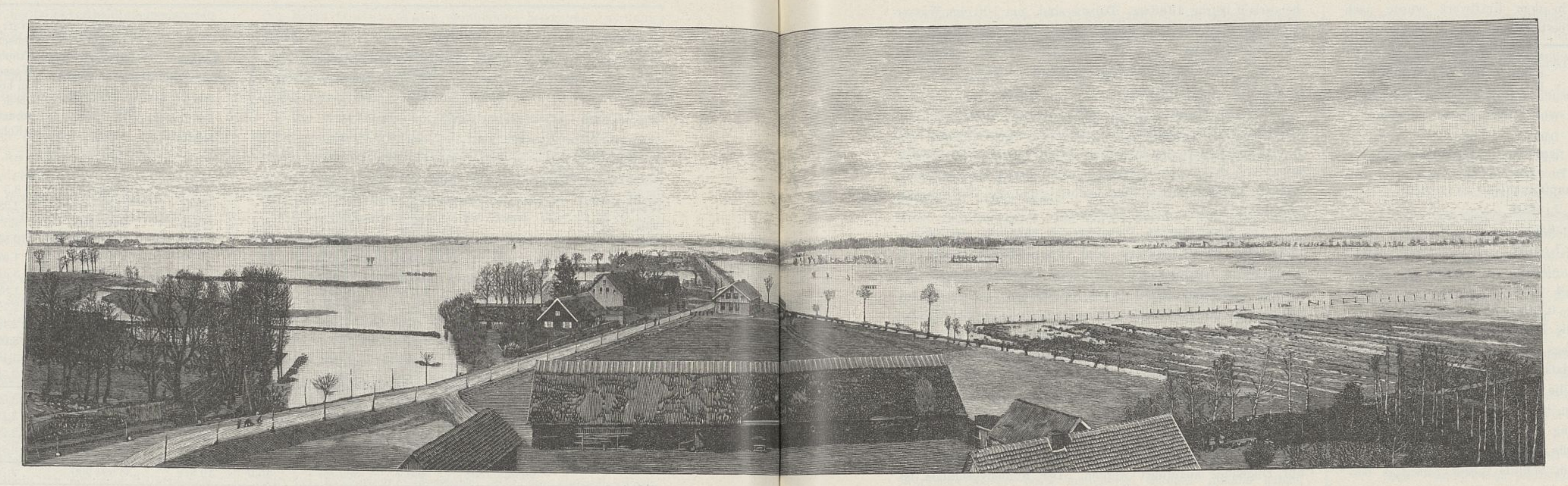


Abb. 5. Letzte Ueberschwemmung des Memeldeltas (April 1896).

— zu verringern. Diese durch erhebliche Mehrausgaben bestrafte Sparsamkeit war eine schlimme Folge des Wettbewerbs. Die betheiligten Firmen, Allgem. Elektr. Gesellschaft und Uniongiefserei, haben in anerkennenswerther Weise mit grofsen Kosten Abhülfe geschaffen, sobald sie über die Zweckmäfsigkeit dieses Abhülfsmittels im Klaren waren. Es wird dies pflichtmäfsig hier besonders anerkannt.

Das Deichamt und die Deichinteressenten haben — wer kann es ihnen verargen — bisweilen den Muth verloren und sogar die vollständige Beseitigung der ganzen elektrischen Anlagen verlangt und beinahe durchgesetzt. Die betheiligten Techniker sind zwar niemals soweit gegangen, die Anlagen im ganzen und im Grundsatz als mifslungen anzusehen, haben aber doch bei der Suche nach den Ursachen der Brüche und nach geeigneten Abhülfsmafsregeln manches graue Haar bekommen. Eine besondere Genugthuung war es ihnen daher, dafs der von dem Herrn Minister für Landwirthschaft zur Untersuchung der Betriebsunfälle eingesetzte besondere Sachverständigen-Ausschufs, bestehend aus den Herren Geh. Regierungsrath Prof. Dr. Kohlrausch aus Hannover, Geh. Oberbaurath v. Dömming aus Berlin, Civilingenieur Kaemp aus Hamburg, Professor Kammerer aus Charlottenburg, Fabrikbesitzer Otto Gruson aus Magdeburg-Buckau, die Frage: ob nach dem zur Zeit der Vergebung (Frühjahr 1895) herrschenden Stande der Technik die Anwendung von Schöpfrädern und von elektrischer Kraftübertragung technisch zweckmäfsig gewesen sei, in anerkennender Form einstimmig bejahte.

Menschen sind nicht verunglückt, und wirthschaftliche Schäden sind für den Deichverband auch nicht entstanden, weil stets einige Hebewerke betriebsfähig blieben und die stillstehenden Hebewerke dank den Verbindungscanälen ersetzen konnten, wie sich daraus ergibt, dafs das Binnenwasser vor den Hebewerken den normalen Stand fast nie überschritten hat. Fühlbar war für die Niederung nur, dafs damals unmittelbar nach Schlufs des Haffdammes aufser den Verbindungscanälen noch fast sämtliche übrigen Zuführungscanäle fehlten oder bei hoher Wasserhaltung mittels Schwimmbagger hergestellt wurden (Abschn. VII. b), daher die von dem Deiche entfernt liegenden Grundstücke keine künstliche Entwässerung wahrnahmen und dies fälschlich auf die Betriebsstörungen der Hebewerke zurückführten.

Zur Feststellung des Thatbestandes ist diese genaue Schilderung hier gegeben, weil übertriebene Gerüchte seiner Zeit bereitwilligen Glauben gefunden haben, und weil die hier gemachten Erfahrungen für spätere Fälle zur Nutzanwendung dienen können. Die Anlagen sind inzwischen von zahlreichen in- und ausländischen, holländischen, französischen und ungarischen Ingenieuren besichtigt und haben namentlich auch für den holländischen Entwurf einer elektrischen Kraftwerkanlage für 34 kleinere Hebewerke an der Donge werthvolle Anhaltspunkte geliefert. Auf der Pariser Weltausstellung seitens des Landwirthschafts-Ministeriums ausgestellt, haben sie die goldene Medaille erhalten.

Die Inbetriebsetzung der Hebewerkmotoren von der Schalttafel des Kraftwerks aus ist von vorn herein anstandslos gelungen, und es erfolgt namentlich das Anlaufen der Räder sehr sanft und gleichmäfsig. Auch aus dem Umstand, dafs jedesmal zur Inbetriebnahme eines weiteren Hebewerks die bisher im Betrieb befindlichen Hebewerke mit der Dynamomaschine zunächst abgestellt und dann wieder angelassen werden müssen, haben sich Anstände in keiner Weise ergeben. Beim Stillstehen eines Rades fällt dessen Stemmthor mit Unterstützung von Gegengewichten auch bei geringem äufseren Wasserdrucke selbstthätig zu, sodafs ein Rückströmen des Wassers nur auf kurze Zeit eintritt.

Die elektrische Schwimmervorrichtung an sämtlichen Hebewerken hat sich insofern als überflüssig erwiesen, als die Binnenwasserstände an sämtlichen Hebewerken infolge der grofsen Zahl und Weite der Verbindungscanäle stets fast genau gleich hoch stehen und daher für die Regelung des Betriebes die Wasserstände an dem Hebewerk II mafsgebend geworden sind.

Die Fernsprechverbindung der Hebewerke mit dem Kraftwerk und mittelbar mit dem Deichinspector hat sich dagegen als sehr nützlich erwiesen.

Das Parallelschalten der beiden Dynamos auf eine Leitung ist bei den angestellten Versuchen stets gelungen, und es ist dadurch ein Beweis für den gleichmäfsigen Gang der Maschinen geliefert. In der Praxis versorgt jedoch, wenn überhaupt bei hohem Wasserstande ausnahmsweise zwei Dynamomaschinen arbeiten müssen, jede für sich je drei Motoren mit besonderem Strom.

b) Ergebnifs der Abnahmeversuche.

Der Mangel ausreichender technischer Grundlagen zur Bemessung der Maschinenkraft und Fördermenge der Hebewerke hat sich bei vielen ähnlichen Meliorationsanlagen unangenehm fühlbar gemacht. Die alte, aus der Erfahrung geschöpfte holländische Regel, dafs auf je 1000 ha und je 1 m der gröfsten Hubhöhe zwölf Pferdekräfte zu rechnen sind, ist zwar im allgemeinen zutreffend, ergibt jedoch meistens so hohe Werthe, dafs die Interessenten vor der Anlage zurückschrecken und zunächst mit kleineren Anlagen auszukommen suchen. So hatte man auch im Linkuhnen-Seckenburger Verband trotz der gegentheiligen technischen Rathschläge zunächst mit 180 Pferdekräften begonnen und ist erst nach 13jähriger Versuchszeit auf 555 Pferdekräfte d. h. 13 Pferdekräfte für 1000 ha und je 1 m der gröfsten Hubhöhe angelangt. Dieser Uebelstand und die Möglichkeit, im Memeldelta alles Höhenwasser durch den Agnitflufs von der Niederung abzuleiten und an den Elektromotoren und Dynamos die geleistete Arbeit genau zu bestimmen, gaben die Veranlassung, von vornherein auch über das unmittelbar vorliegende Bedürfnifs hinaus die Ausführung umfangreicher Abnahmeversuche vorzubereiten.

Zu dem Ende wurde insbesondere in den Schöpfradgerinnen der Einbau von festen Ueberfallbrettern und in den binnenseitigen Zuleitungscanälen die Einrichtung zweckmäfsiger Mefsstellen vorgesehen. Diese Canäle haben zunächst also einen thunlichst kleinen Querschnitt behufs Erzielung grofser Wassergeschwindigkeiten erhalten. Da hierdurch ein Aufstau von 10 bis 15 cm entsteht, so ist eine spätere Erweiterung der Canäle vorgesehen, um das Wasser dicht vor den Rädern nicht zu tief abzusenken und dadurch die Fördermenge zu beeinträchtigen und ihre Hubhöhe unnöthig zu vergröfsern.

Der Berechnung der Radabmessungen, der Motorstärken und des Kohlenverbrauchs sind folgende Annahmen zu Grunde gelegt, wobei insbesondere die zunächst sehr niedrig erscheinenden Wirkungsgrade auf Anrathen des unterzeichneten Hagens eingesetzt sind.

In den drei Fällen	Wasserstand innen	Wasserstand aufsen	Hubhöhe	Leistung eines Schöpfrades in cbm/sec	Kohlenverbrauch, um 100 cbm 1 m hoch zu heben kg
	P. P.	P. P.			
1	+ 0,90	+ 1,80	0,9 m	1,36	1,49
2	+ 1,20	+ 2,10	0,9 „	1,70	1,40
3	+ 1,40	+ 3,20	1,8 „	1,70	1,21

Der Heizwerth der Kohlen war dabei zu 7500 Wärmeeinheiten angenommen. Die Innenwasserstände sollten vor dem Einlaufgitter 7,5 m vom Radmittel, die Aufsenwasserstände 12,5 m vom Radmittel gemessen werden, sodafs die Absenkung des Wasserspiegels durch das Gitter und den Einlauf sowie das Aufwerfen des Wassers unmittelbar am Auslauf in die Hubhöhe nicht eingerechnet werden durfte. Die Leistung 3 (aufsergewöhnliches Hochwasser) sollte mit um 10 v. H. ermäfsigter Maschinengeschwindigkeit erreicht werden. Das Kraftwerk sollte mit Leistung 1 (niedriges Binnen- und mittleres Aufsenwasser) und 2 (hohes Binnen- und hohes Aufsenwasser) gleichzeitig sieben Hebewerke, mit Leistung 3 gleichzeitig vier Hebewerke dauernd betreiben.

Leistung	Hubarbeit theoretisch PS	Wirkungsgrad des Schöpfrades einschl. der Räderübersetzung	Motorleistung PS
1	16,4	0,50	32,8
2	20,4	0,50	40,8
3	40,8	0,55	74,2

Die Maschinenstärke in dem Kraftwerk wurde nach folgenden Wirkungsgraden bestimmt:

Leistung	Motoren v. H.	Leitung v. H.	Dynamo v. H.	zusammen v. H.
1	0,80	0,91	0,90	0,655
2	0,84	0,92	0,91	0,700
3	0,89	0,92	0,91	0,745

Danach hatten die Dampfmaschinen zu leisten:

$$\text{bei Leistung } 1: \frac{7 \cdot 32{,}8}{0{,}655} = 350 \text{ PS},$$

$$\text{„ „ } 2: \frac{7 \cdot 40{,}8}{0{,}70} = 408 \text{ „}$$

$$\text{„ „ } 3: \frac{4 \cdot 74{,}2}{0{,}745} = 400 \text{ „}$$

Hierzu kommt noch die Kraft zur Erzeugung des Erregerstroms und des allerdings nicht erheblichen Stroms für elektrische Beleuchtung, sodafs zwei Maschinen zu 240 PS aufgestellt wurden, welche die Leistung bei $^1/_8$ der Gesamtfüllung hervorbringen sollten.

Ueber die unter Leitung des unterzeichneten Hagens ausgeführten Abnahmeversuche sind die an das Deichamt erstatteten beiden Berichte am Schlufs dieses Aufsatzes beigefügt.

Während der zweite Versuch mit Rücksicht auf die vorhergegangenen Unfälle lediglich feststellt, dafs die Motoren, Wasserräder und Zwischenvorgelege ausreichend stark gebaut sind, um die für Leistung 3 vorgesehene Arbeit von 74,2 PS aufzunehmen, ergibt der der Leistung 1 entsprechende erste Versuch folgende mittlere Leistungen.

N_w = mittlere Leistung jedes Schöpfrades in Wasserhebearbeit 15,03 PS,

N_m = mittlere Leistung jedes Motors 28,5 PS.

Wirkungsgrad des Schöpfwerkes einschl. der Räderübersetzung $\frac{N_w}{N_m} = 0{,}527$ (Vertrag 0,50).

(Rechnet man mit Hermann die Wirkungsgrade der drei Zahnradgetriebe mit $0{,}95 \cdot 0{,}95 \,.\, 0{,}95 = 0{,}855$, so ergibt sich für das Wasserrad allein ein solcher von 0,62.)

N_e = mittlere Elektricitätserzeugung jedes Schöpfwerkes 35,58 PS,

N_i = mittlere indicirte Leistung der Dampfmaschinen 45,63 PS.

Wirkungsgrad $\frac{N_m}{N_i} = 0{,}625$ (Vertrag 0,655).

Gesamtwirkungsgrad der Anlage $\frac{N_w}{N_i} = 0{,}33$ (Vertrag 0,328).

Die Kesselleistung beim Versuch war folgende:

mittlere Dampfspannung 7,6 Atm. = 659,1 Wärmeeinheiten für 1 kg Dampf,

mittlere Speisewassertemperatur 32,0

Wärmeerfordernifs für 1 kg Dampf 627,1.

1 kg Kohlen von 7100 Wärmeeinheiten erzeugte 7,35 kg Dampf = 4609 W. E.

Wirkungsgrad des Kessels $\eta = \frac{4609}{7100} = 64{,}9$ v. H.

Der Kohlenverbrauch für 1095,1 indicirte Pferdekraftstunden $= 0{,}33 \cdot 1095{,}1 = 362$ Pferdekraftstunden in Wasserhebearbeit betrug 1388 kg. Danach sind, um 100 cbm Wasser 1 m hoch zu heben, 1,43 kg Kohlen von 7100 Wärmeeinheiten und also 1,36 kg von 7500 Wärmeeinheiten verbraucht.

$$\begin{pmatrix} 362 \cdot 75 \cdot 3600 \text{ mkg erfordern } 1388 \text{ kg} \\ 100000 \text{ „ „ } 1{,}43 \text{ „} \end{pmatrix}$$

Der im November 1896 vorgenommene erste Abnahmeversuch, welcher ungefähr der Leistung 2 entsprach, aber nur in den Endgliedern der Rechnung, Ermittlung der Wasserhebearbeit und des Kohlenverbrauchs, nicht aber in den Zwischengliedern durchgeführt werden konnte, ergab für 100000 mkg nicht voll 1,40 kg Kohlenverbrauch.

Aus diesen kurzen Versuchen ist natürlich eine Folgerung über die Leistungen und den Kohlenverbrauch im dauernden Betriebe nicht zu ziehen. Hierüber geben aber die sehr sorgfältig geführten Betriebstabellen und die daraus seitens des Meliorationsbauamts abgeleiteten, in der Tabelle auf S. 245 zunächst für die Betriebsjahre 1898, 1899 und 1900 zusammengestellten Berechnungen Aufschlufs.

Auf die Wiedergabe der zeichnerischen Darstellung der Betriebstabelle mufs leider wegen der Schwierigkeit und Kostspieligkeit der Vervielfältigung in ausreichend übersichtlicher Farbenzahl verzichtet werden, obgleich sich daraus eine deutliche Uebersicht des ganzen Betriebes ergibt. Es möge hier nur Folgendes angeführt werden. Der Kohlenverbrauch ist im Memeldelta nur etwa halb so grofs wie im Seckenburger Verbande, nämlich für 1000 ha Zuflufsgebiet

	1898	1899	1900		
im Memeldelta	1068	797	539	Ctr.	
im Seckenburger Verband	2270	1460	1001	Ctr.	
Regenhöhe gefallen	806,9	521,5	615,7	mm	
Regenhöhe gefördert	362,76	265,03	174,18	mm	im Memeldelta
geförderte Wassermenge	67,5	49,2	32,4	Mill. cbm	im Memeldelta
mittlere Jahreshubhöhe	0,533	0,775	0,75	m	im Memeldelta
geleistete Arbeit	35 994	38 086	32 329	Mill. mkg	im Memeldelta
Kohlenverbrauch f. 100000 mkg = 100 cbm 1 m hoch	2,75	1,95	2,17	kg	im Memeldelta

Aus einer Anzahl charakteristischer Beobachtungen ergibt sich nach Ueberschlagsrechnungen des Meliorationsbauamts, dafs das Heben von 100 cbm Wasser auf Hubhöhen von 0,10 bis 1,40 m an Kohlen erfordert bei

0,10 m Hubhöhe	1,28 kg Kohlen
0,20 „ „	1,28 „ „
0,40 „ „	1,28 „ „
0,60 „ „	1,28 „ „
0,80 „ „	1,28 „ „
1,00 „ „	1,50 „ „
1,20 „ „	1,68 „ „
1,40 „ „	1,96 „ „

Es sinkt also der Verbrauch für Hubhöhen von 1,40 bis herunter zu 0,80 m entsprechend der Hubhöhe und bleibt erst bei Hubhöhen unter 0,80 m beständig auf 1,28 kg unabhängig von der Hubhöhe stehen. Die Verdunstungshöhe beträgt im Jahresdurchschnitt 50 bis 57,5 v. H., im Sommer etwa 70 v. H., im Winter 30 v. H. der Regenhöhe. Für Sommereindeichungen braucht man nach den Beobachtungen der vorliegenden drei Jahre nur etwa 30 v. H. der Regenhöhe der Berechnung der Fördermenge zu Grunde zu legen.

Da die durchschnittliche jährliche Regenhöhe 687 mm beträgt, so wird man auf einen durchschnittlichen jährlichen

Kohlenverbrauch von 17500 bis 18000 Ctr. zu rechnen haben, während dieser im Seckenburger Verband 1876/90 35000 Ctr. betrug.

Die sorgfältige Führung und Verwerthung der Betriebstabellen wird in Zukunft die vornehmste Sorge des Deichinspectors und des Meliorationsbauamts sein müssen, weil nur hierdurch über die Sorgfalt des Betriebes und der Unterhaltung der Anlagen sowie über die etwaige Nothwendigkeit, ein siebentes Hebewerk aufzustellen, ein sicheres Urtheil gewonnen werden kann. Vorerst geht aus den Tabellen diese Nothwendigkeit nicht hervor, da das Kraftwerk lange nicht voll beansprucht wird und trotzdem die Binnenwasserstände die normale Höhe nicht überschreiten. Im Gegentheil ist anzunehmen, dafs auch die in Aussicht stehende Sommereindeichung von Karkeln noch mit den sechs Hebewerken bewältigt werden kann und dafs die oft wochenlang brach liegende Kraft des Kraftwerks in späterer Zeit noch zu Nebenarbeiten (elektrische Bahnen, elektrisches Pflügen usw.) Verwendung findet, umsomehr als der Schöpfwerkbetrieb sehr wohl in die Nachtstunden verlegt werden kann.

Die mitgetheilten Betriebs- und Kohlenverbrauchs-Tabellen beruhen auf Beobachtungen, die naturgemäfs in der ersten Zeit bei der Neuheit der Betriebsart und des Betriebspersonals noch mancherlei Mängel gehabt haben. Inzwischen ist seitens des Deichinspectors dafür Sorge getragen, dafs die Regenhöhen von zahlreicheren Beobachtungsstellen und die Wasserstände an den Hebewerken sowohl vor als während des Betriebes durch selbstschreibende Einrichtungen gemäfs der Anregung des Herrn Kaemp sorgfältig vermerkt werden. Die in Zukunft seitens des Deichinspectors durchzuführenden Fortsetzungen dieser Tabellen werden daher äufserst werthvolle Ergänzungen derselben liefern und sind in regelmäfsigen Zeitabschnitten zu veröffentlichen.

XI. Kosten, Lasten und Erträge.

a) Die Verbandsanlagen.

In dem Kostenüberschlag von Danckwerts waren

die Baukosten für den Haffdeich mit . .	860000 ℳ
für die Agniteindeichung mit	270000 „
für die Hebewerke mit	500000 „
für die Verbindungscanäle der Hebewerke	50000 „
und für den Norweischer Canal . . .	30000 „
zusammen mit	1710000 ℳ

überschlägig angesetzt.

Es war ausdrücklich zunächst davon abgesehen, für die als erforderlich bezeichnete Regulirung der vorhandenen Flufsläufe eine Summe anzusetzen, weil dies bei der völligen Unzugänglichkeit der Niederung nur nach langwierigen kostspieligen und doch unsicheren Vorarbeiten möglich gewesen wäre und weil eine Deckung dieser Regulirungskosten aus öffentlichen Fonds von vornherein in Aussicht stand. Die sonst noch erforderlichen Binnengräben sollten von den interessirten Gemeinden und Privatbesitzern hergestellt werden.

Im Laufe der weiteren Verhandlungen wurde die Herstellung zweier gröfseren Binnengräben, des Skuldeiner und des Schudereiter Canals, auf Verbandskosten statutarisch festgelegt und

hierfür demnächst veranschlagt	57000 ℳ
desgleichen für die obigen Flufsregulirungen	284000 „
für die nachträglich zugestandene Sommereindeichung von Karkeln	75400 „
und für die ministeriell angeordnete Erhöhung des Haffdeiches um 30 cm . .	150000 „
zusammen	566400 ℳ

Die planmäfsige Herstellung aller statutarisch theilweise über den ursprünglichen Entwurf hinaus festgelegten Anlagen erforderte daher anschlagsmäfsig 2276000 ℳ.

Nach dem Stande des Kassenbuchs vom 16. Februar 1901 haben diese Kosten einschliefslich der noch auszuführenden Karkelner Sommereindeichung (75400 ℳ) und abzüglich des Werths der verkauften und noch zu verkaufenden Verbandsgrundstücke betragen 2484000 ℳ.

Die Kostenüberschreitung von 207600 ℳ ist zurückzuführen auf

1. die Mehrkosten des Grunderwerbs, welcher nach der schriftlichen Erklärung der Hauptinteressenten mit 45060 ℳ sehr angemessen veranschlagt war und abzüglich des Werthes der Verbandsgrundstücke 202800 ℳ gekostet hat,
2. aufserordentliche Ausgaben 34000 ℳ für Gerichtskosten des Grunderwerbs, Aufstellung des endgültigen Deichkatasters, Prämien für beschleunigte Herstellungen, — Ausgaben, die nicht zu den eigentlichen Baukosten gehören und nach höherer Vorschrift aus laufenden Beiträgen der Genossenschaften gedeckt werden sollten.

Danach verbleibt eine Ueberschreitung der eigentlichen Baukosten von 15860 ℳ.

An Beihülfen für den Bau sind gewährt

vom Staat	326000 ℳ
vom Provincialverband	87000 „
zusammen	413000 ℳ

Aufserdem haben Staat und Provinz bis zum Jahr 1903 Zinserlasse gewährt im Gesamtbetrag von 190000 ℳ. Nachdem diese Erlasse aufgehört haben und die Karkelner Sommerdeiche ausgeführt sein werden, hat der Verband die Summe von 2071000 ℳ mit $4^1/_2$ v. H. zu verzinsen und zu tilgen = 93195 ℳ

Die übrigen Jahresausgaben sind veranschlagt mit: Besoldungen des Deichhauptmannes und Deichinspectors	9200 ℳ	
Repräsentanten, Rentmeister, Deichschöffen und Streckenwärter	4800 „	14000 „
Unterhaltung der Deiche, Parallelwege, Schleusen und Verbandswasserläufe		11200 „
Unterhaltung und Betrieb der Schöpfwerke		
ständiges Betriebspersonal . .	5000 ℳ	
Hülfsheizer	1000 „	
Steinkohlen (schwankend) . .	16000 „	
Schmier- und Putzstoffe . . .	2500 „	
Instandsetzung u. Neuanschaffung	3000 „	
Leitungen und Gestänge . .	2000 „	
Feuerversicherung usw. . . .	1000 „	30500 „
Insgemein Büreaukosten . . .	8350 ℳ	
Grabenschauen, Versicherungen usw.	2755 „	11105 „
Reservefonds		10000 „
einschliefslich Zinsen und Tilgung zusammen		170000 ℳ

entsprechend der in dem Danckwertsschen Entwurf mit 171000 ℳ angesetzten Summe. Die Ausgabe im Etatjahre 1900/1901 hat rund 170000 ℳ betragen, darunter 15000 ℳ für rückständige Betriebskosten an die Allgem. Elektr.-Gesellschaft und 30000 ℳ für Kohlen als Vorrath.

Bisher sind seit der Bildung des Verbandes innerhalb fünf Jahren bis 1. April 1901 nur 405355 ℳ, also durchschnittlich jährlich 81000 ℳ, von 68900 bis 113000 ℳ steigend, erhoben. Für das Etatjahr 1901/2 sollen 150000 ℳ Beiträge erhoben werden.

Betreffs der Vertheilung der Beiträge war im Entwurf vorgeschlagen, 13000 ha tief liegende Wiesen und Weiden voll, 5000 ha höher liegenden Acker mit $^2/_3$ und 500 ha Wald mit $^1/_4$ ihrer Fläche heranzuziehen. Das ganze Entwässerungsgebiet von 18500 ha wäre danach in rund 16500 sogenannte Normal-Hektar (Nha) gegliedert worden. Nach den durch langwierige Verhandlungen veränderten Bestimmungen des Verbandsstatuts ist eine andere Gliederung erfolgt, nämlich

11795 ha	tiefer als + 0,76 N. N. liegend	=	11795 Nha
2277 „	zwisch. + 0,76 u. + 1,16 N.N. „	=	1518 „
1768 „	„ + 1,16 „ + 1,86 „ „	=	442 „
2200 „	über + 1,86 m „ „	=	—
215 „	Waldklasse	=	27 „
210 „	Wasserfläche	=	—
18450 ha			
580 „	Karkelner Sommerpolder	=	298 „
			14080 Nha.

Wird der Jahresbeitrag von 170000 ℳ auf diese 14080 Nha vertheilt, so ergibt sich für 1 Nha 12,07 ℳ, d. i. genau ebensoviel wie im Seckenburger Verband nach dem Stande von 1899/1901, obgleich die Länge des Haffdeichs in diesem Verband nur etwa 10 km, dagegen im Memeldelta etwa 26 km beträgt.

Ob die übrigens mit grofser Sorgfalt und erheblichen Kosten durchgeführte Einschätzung in diese Klassen dem wirklich erwachsenden Vortheil entspricht, darüber sind die Ansichten zur Zeit noch getheilt. Eine demnächstige Wiederholung derselben ist deshalb auch im Statut von vornherein vorgesehen. 3242 ha Moorboden der tieferen Niederung sind statutengemäfs auf die Dauer von zehn Jahren nur mit $^2/_3$ des vollen Beitrags geschätzt.

Fernerstehende werden bei der Beurtheilung der Wirthschaftlichkeit an Ort und Stelle immer sorgfältig feststellen müssen, ob die Interessenten ihre Angaben auf Nha oder auf wirkliche ha beziehen. Bisher wird noch nach dem vorläufigen Deichkataster von 12000 Nha Beitrag erhoben.

In den Mehrkosten des Grunderwerbs ist der Betrag von 13700 ℳ für den Ankauf des Dammbodens der Abrechnung entsprechend enthalten, während er im Anschlag den Erdarbeiten zugerechnet war. Zu den Mehrkosten des Haffdeiches hat die im Entwurf nicht vorgesehene, auf späteren Deichamtsbeschlufs ausgeführte Besandung des Deichweges den Betrag von 27000 ℳ beigetragen.

b) Die Folgeeinrichtungen.

Dem Verband liegt es statutengemäfs ob, die Ausführung weiterer Folgeeinrichtungen, insbesondere Gräben- und Wegeanlagen, durch seine Organe zu vermitteln, und er hat sich unter der Führung seines Deichhauptmannes und mit Unterstützung des Staates und der Provinz dieser Aufgabe energisch unterzogen.

Den augenblicklichen Stand dieser Arbeiten anzugeben, ist gegenstandslos, weil sie unablässig auch in Zukunft weiter fortschreiten. Augenscheinlich ist das äufsere Ansehen der Niederung jetzt schon völlig verändert gegen das Ansehen vor fünf Jahren. Wo früher ganz flache, schmale Rinnen den Abzug des Wassers nur schwer ermöglichten, schaffen jetzt breite und tiefe Schaugräben eine selbst für Drainage ausreichende Vorfluth. Wo früher ein Verkehr mit Wagen gar nicht oder nur mit Gefahr für Pferde und Menschen möglich war, halten jetzt breite Kieswege den Verkehr zu jeder Jahreszeit aufrecht. Aus öffentlichen Fonds sind für diese Arbeiten Unterstützungen im Betrage von 47500 + 5 · 70000 = rd. 400000 ℳ theils ausgegeben, theils zur Verfügung gestellt. Eine wesentliche Förderung haben sie auch erhalten durch die nachträgliche statutarische Bestimmung, dafs bei dem dazu erforderlichen Grunderwerb der den Besitzern erwachsende unmittelbare Vortheil in Gegenrechnung gesetzt werden kann.

Die sachgemäfse Cultivirung der reinen Niederungsmoorflächen von 3242 ha nimmt die besondere Aufmerksamkeit der Centralmoorcommission in Anspruch, und es sind dafür 150000 ℳ in fünf Jahresraten als Beihülfen zur Verfügung gestellt. Durch Gewährung von Sämereien und Kunstdünger, Kainit und Thomasmehl wird den Interessenten gezeigt, dafs sie diese Flächen erfolgreich als Wiese und Weide nutzen können und nicht zu der unsicheren Ackerwirthschaft auf Moorboden überzugehen brauchen. Für den Verband erwächst daraus der Vortheil, dafs der Wasserstand nicht zu tief gesenkt zu werden braucht, und die Durchkuverung der Deiche nicht übermäfsig grofs wird. Namentlich kann aber auch, falls einmal die Deiche durch eine Frühjahrskatastrophe brechen sollten, die dann unvermeidliche Ueberschwemmung nicht solche Verheerungen anrichten wie im Seckenburger Verbande 1888/89, wo die ganzen Wintersaaten in der tiefen Niederung zerstört wurden.

c) Erträge.

Der dauernde wirthschaftliche Erfolg der Anlagen läfst sich jetzt nach einer verhältnifsmäfsig kurzen Zeit ihres Bestehens natürlich noch nicht übersehen, ist auch von vielen verschiedenen Umständen abhängig, namentlich auch davon, ob es gelingt, die entwässerten Grundstücke der Speculation und öfterem Besitzwechsel zu entziehen und in den Händen der ursprünglich angesessenen Besitzer dauernd zu erhalten. (Verkaufen die ersten Besitzer ihre Grundstücke, wie in der Boker Heide, zu hohen Preisen, so ziehen sie den erstmaligen Nutzen von den Anlagen, belasten ihre Besitznachfolger dauernd mit hohen Kaufzinsen und machen für sie die Höhe der Jahresbeiträge drückend.)

Der verdiente hauptsächlichste Förderer der Eindeichung, Herr Gutsbesitzer Schulz-Schudereiten schreibt: „Die Kraft des Bodens ist nach dem Umpflügen in einem, zwei bis höchstens drei Jahren verbraucht. Gab er in den ersten zwei Jahren gröfsere Erträge, so gibt er in den kommenden Jahren so lange nichts, bis er aufs neue stark mit Dung bearbeitet wird. Das Heil für das Delta liegt im Bau neuer Scheunen, neuer Ställe und dann im Dung und strengster

Arbeit. Wir stehen im Anfang der Entwicklung und wollen nach zwanzig Jahren Umschau halten, wie es geworden ist. Bis dahin ist eine Statistik ohne Werth. Der Verkaufswerth der Wiesen basirt zur Zeit durchaus nicht auf dem Ertragswerth, sondern ist in jedem Falle Sache der Speculation entweder auf Grund einer guten Ernte oder auf Grund allgemeiner Erwägungen für die Zukunft."

In einer von dem Entwurfsverfasser im Jahre 1892 mit den Hauptinteressenten aufgenommenen Verhandlung erklärten diese auf Grund einer Vergleichung ihrer versumpften Grundstücke mit den entwässerten Grundstücken des Seckenburger Verbandes, „dafs der bisherige Werth der Grundstücke von 400 bis 500 ℳ für das ha voraussichtlich auf mindestens 800 bis 900 ℳ steigen werde". Eine Werthsteigerung von 400 ℳ für das ha ergibt für 14000 Nha 5600000 ℳ gegenüber einem zu verzinsenden Verbandscapital von 2071000 ℳ und dem noch für weitere private Folgeeinrichtungen aufzunehmenden Capital. Wie hoch sich dies letztere belaufen wird, läfst sich zur Zeit nicht übersehen. Ohne dieses und lediglich von den Verbandsanlagen ist ein wirthschaftlicher Erfolg nicht zu erwarten. Von dieser Ueberzeugung sind aber auch alle Interessenten durchdrungen, und wie sie seinerzeit einmüthig der Bildung des Verbandes zugestimmt haben, so sind sie jetzt auch alle mit der Verbesserung ihrer Wirthschaften beschäftigt. Wenn im Jahre 1900 auf dem neu umgebrochenen Boden eine grofsartige Ernte, stellenweise das zwanzigste Korn, erzielt und eine erhebliche Vermehrung der Sparkasseneinlagen gefolgt ist, so berechtigt dies zu guten Hoffnungen für die Zukunft.

Dafs auch aufserhalb des Deltas der Erfolg als befriedigend angesehen wird, geht hervor aus den zahlreichen dringlichen Anträgen auf weitere Eindeichungen grofser Niederungsgebiete, u. a. der Dunbelwiesen bei Rufs mit 5000 ha und des versumpften Nemoniengebietes mit 18500 ha, wofür die Entwürfe in den letzten Jahren ausgearbeitet sind. Die Tageszeitungen, die seinerzeit über die kritischen Bauereignisse gewissenhaft berichtet haben, bringen jetzt als getreues Bild der Stimmung der Bevölkerung eingehende Berichte über das Aufblühen des ganzen Deltas. Die Eindeichung der Niederungen, welche noch vor einigen Jahren als ein veraltetes Verfahren technischer Theoretiker angesehen wurde, ist in ihrem praktischen Werth trotz Gerson in Ostpreufsen wieder zu Ehren gekommen.

XII. Schlufs.

Vierzig Jahre lang ist an dem Zustandekommen des Unternehmens gearbeitet und zahlreiche Männer haben sich um seine Förderung verdient gemacht. Ihrer Aller und namentlich der vielen im Delta eingesessenen weitblickenden Männer, die mit persönlichen Opfern sich an der Arbeit betheiligt haben, sei hier gedacht.

Dankbar ist das Delta vor allem seinem ersten Deichhauptmann, dem Landrath Schickert, der in rastloser Energie sein Amt während der ganzen Bauzeit geführt, die oft stürmischen Deichamtssitzungen geleitet, den Grunderwerb und die Klasseneinschätzung durchgeführt sowie die Neuanlage des engmaschigen Netzes von Schaugräben und Wegen vermittelt hat.

Der verstorbene Oberpräsident Graf Wilhelm Bismarck hat als Sohn des grofsen Deichhauptmannes des Deutschen Reiches dem Deichverband sein lebhaftes Interesse dauernd gezeigt und auch in kritischen Tagen die betheiligten Techniker durch seine amtliche Autorität ebenso wie der Herr Regierungspräsident Hegel erfolgreich gestützt. Ebenso haben die Herren Geheimer Oberregierungsrath Holle und Landeshauptmann v. Brandt dem Unternehmen ihre Fürsorge angedeihen lassen.

Der Privatbaumeister C. Krause in Berlin, die Allgemeine Elektricitätsgesellschaft in Berlin, vertreten durch den Regierungsbaumeister Soeder, die Uniongiefserei in Königsberg, der Privatbaumeister R. Sandmann in Königsberg haben als Unternehmer oft über das Mafs ihrer vertraglichen Verpflichtungen hinaus ihre ganze Kraft zur Verfügung gestellt.

Die technische Oberleitung lag in der Ministerialinstanz in den Händen des Herrn Geheimen Oberbauraths v. Münstermann aus dem landwirthschaftlichen Ministerium, in der örtlichen Instanz in denen des unterzeichneten Danckwerts. Als Deichinspector des Verbandes war der unterzeichnete Matz und als maschinentechnischer Sachverständiger des Verbandes der unterzeichnete Hagens thätig.

> Die Woge schlich heran, an abertausend Enden,
> Unfruchtbar selbst, Unfruchtbarkeit zu spenden.
> Im Innern jetzt ein paradiesisch Land,
> So rase draufsen, Fluth, bis auf zum Rand.
>
> Faust II.

Anhang.

1. Bericht über die am 14. April 1898 in dem Kraftwerk Tramischen und mit fünf Hebewerken ausgeführten Versuche.

Die Versuche konnten während des Jahres 1897 wegen der häufigen Betriebsstörungen nicht ordnungsmäfsig durchgeführt werden; erst am 14. April 1898 fand sich Gelegenheit, einen Versuch mit fünf Hebewerken zu machen.

Der vorhandene Aufsenwasserstand von + 1,80 m P. P. machte künstliche Anstauungen unnöthig, während die Innenwasserstände Hubhöhen von 0,7 bis 1,1 m ergaben, sodafs die Verhältnisse während des Versuchs den im Vertrag mit I bezeichneten Bedingungen entsprachen. Bei mehreren Hebewerken fiel während des Versuchs der Innenwasserstand sehr erheblich, bei Hebewerk VI so stark, dafs dasselbe nach vier Stunden abgestellt werden mufste. Die Bestimmung der geförderten Wassermengen war deshalb für Innenwasserstände von + 0,7 bis + 1,12 nöthig, also in so weiten Grenzen, dafs genügende unmittelbare Messungen während der kurzen Versuchsdauer unmöglich auszuführen waren. Es wurde daher beschlossen, eine ganze Reihe von Wassermessungen unter verschiedenen Betriebsverhältnissen vorzunehmen, und diese wurden durch das Kgl. Meliorationsbauamt in der Zeit vom 10. bis 29. Mai an den Hebewerken I, II und V mit im ganzen 34 Profilmessungen mittels des Woltmannschen Flügels ausgeführt.

Behufs Verwendung dieser Messungen zur Bestimmung der effectiven Wasserförderung während des Versuchs vom 14. April wurden die in Tabelle I (S. 259) zusammengestellten Berechnungen ausgeführt. Dabei wurde für die Verluste eine Spaltbreite zwischen Rad, Gerinne und Wänden von 15 mm angenommen. Für die Messungen an Schöpfwerk II und IV ergab sich eine sehr befriedigende Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Messung innerhalb der für den Betrieb aus-

schliefslich mafsgebenden Fördermengen von 1,2 bis 1,65 cbm für die Secunde. Die Messungen bei Hebewerk I hingegen zeigten durchgehends höhere Werthe, als sie die Rechnung ergab, und zwar um so höhere, je niedriger der Innenwasserstand beim Versuch war. Es mufs dahin gestellt bleiben, ob bei so kleinen Wasserständen wie + 0,425 bis + 0,605 die Messungen mit dem Woltmannschen Flügel überhaupt noch mit genügender Genauigkeit ausgeführt werden können, jedenfalls sind Ergebnisse, die fast keine oder sogar negative Verluste ergeben, nicht wahrscheinlich, sie können auch hier unbedenklich ausgeschieden werden, da die Räder bei so niederen Wasserständen überhaupt nicht arbeiten sollen.

Die bei höheren Innenwasserständen (+ 0,75 bis + 0,93) erhaltenen Ergebnisse stimmen mit der Rechnung wieder völlig überein, wenn immer dieselbe Spaltbreite mit 10 mm (statt 15) eingesetzt wird. Da die Möglichkeit vorliegt, dafs

Tabelle I.

Berechnung der theoretischen Leistung und der Verluste der Schöpfräder.

Theoretische Leistung.

Durchmesser des Rades	8,000 m
Breite der Schaufeln	1,680 „
Umdrehung in der Minute	2,6
Anzahl der Schaufeln	28
Dicke der Schaufeln	35 mm
Senkung des Wasserspiegels bis zum Eintritt in die Schaufeln	50 „

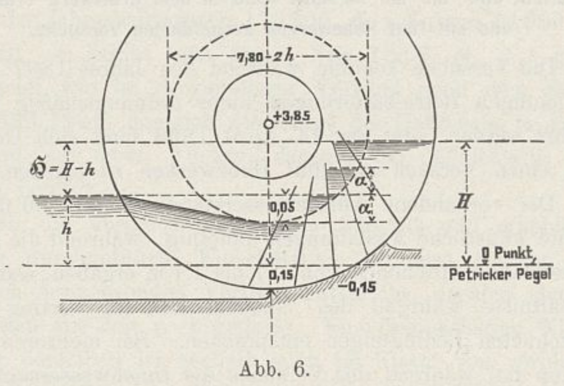


Abb. 6.

Q theoretische Leistung in der Secunde in cbm $= 0{,}173 + 1{,}711\,h - 0{,}229\,h^2$.

h=0,0	Q=0,173	h=0,6	Q=1,117	h=1,2	Q=1,896	h=1,8	Q=2,511
=0,1	=0,342	=0,7	=1,258	=1,3	=2,010	=1,9	=2,597
=0,2	=0,506	=0,8	=1,395	=1,4	=2,120	=2,0	=2,679
=0,3	=0,666	=0,9	=1,527	=1,5	=2,224		
=0,4	=0,821	=1,0	=1,655	=1,6	=2,324		
=0,5	=0,971	=1,1	=1,778	=1,7	=2,420		

Verluste bei einer Spaltbreite $= E$.

1. Verlust zwischen Schaufeln und Gerinne $E \cdot 1{,}68\sqrt{2g \cdot a}$.
2. Verlust zwischen den Zahnkränzen und dem Gerinne
$$E \cdot 0{,}4\sqrt{2g(\mathfrak{H} + 0{,}05)}$$
3. Verlust an den Seitenwänden
$$2E\left[\tfrac{2}{3}\mathfrak{H}\sqrt{2g(\mathfrak{H} + 0{,}05)} + (h + 0{,}1)\sqrt{2g(\mathfrak{H} + 0{,}05)}\right.$$

zusammen in cbm/sec
$$V = E\left\{3{,}33 + 2{,}85\sqrt{\mathfrak{H} + 0{,}05}\,[1 + 2\mathfrak{H} + 3h]\right\}.$$

Bei der Berechnung der Verluste ist angenommen, dafs das Rad stillsteht, und als „Verlust" die Wassermenge berechnet, die bei stillstehendem Rad unter dem Einflufs der Wasserstände H und $h - 0{,}05$ zurückströmen würde.

Die Druckhöhe a für den Verlust zu 1 konnte beim vorliegenden Rad zu 0,2 m angenommen werden.

das Gerinne bei Hebewerk I genauer ausgeführt ist, so wurde bei der Leistungsberechnung dieses Rades mit 10 mm Spalt gerechnet. Im Betrieb waren während des Versuchs die Hebewerke I, II, III und V durch fünf Stunden, Hebewerk VI vier Stunden, ferner in dem Kraftwerk ein Dampfkessel und eine Dampfmaschine mit Dynamo.

Die von Herrn Dr. Büschler in Königsberg gemachte Analyse der beim Versuch gebrauchten Kohlen ergab, dafs diese 7100 Wärmeeinheiten zu entwickeln vermochten. Der von der Unternehmung geleisteten Garantie liegt eine Kohle von 7500 Wärmeeinheiten zu Grunde, und diese Differenz ist bei der Abrechnung berücksichtigt.

Die aus den Beobachtungen und Einzelberechnungen erhaltenen Ergebnisse des fünfstündigen Versuchs sind folgende:

Gesamter Kohlenverbrauch 1388 kg,
Verdampfte Wassermenge 10200 kg,
1 kg Kohle von 7100 Wärmeeinheiten verdampft 7,35 kg, umgerechnet auf 7500 Wärmeeinheiten 7,76 kg (lt. Vertrag 7,30),
Leistung der Dampfmaschine 1095,1 kg ind. Pferdekraftstunden,
Rohdampfverbrauch 10200 kg,
ab für Dampfspeisepumpe, Ejector, Condensation in den Leitungen etwa 6 v. H. 612 kg,
Reindampfverbrauch 9588 kg,
Dampfverbrauch für die indicirte Pferdekraft 8,76 kg,
Wirkungsgrad der Dampfmaschine 0,87[9]),
Dampfverbrauch für die effect. Pferdekraft 10,1 kg (lt. Vertrag 9,5),
Reinkohlenverbrauch für die effective Pferdekraft $\frac{10{,}1}{7{,}76}$ 1,3 kg (lt. Vertrag 1,3),
Gehobenes Wasser auf allen Hebewerken 990,13 Einheiten (100 cbm 1 m hoch),
Kohlenverbrauch für die Einheit $\frac{1388}{990{,}13} = 1{,}40$ kg,
umgerechnet auf Kohlen von 7500 W. E. $1{,}40\,\frac{7100}{7500} = 1{,}33$ (garantirt 1,49).

Die zahlenmäfsige Leistung der Werke ist als erreicht zu betrachten, sie beträgt bei + 0,9 m Innenwasserstand 1,31 bis 1,38 cbm/sec gegen 1,36 cbm nach dem Vertrag.

Zur Berechnung der elektrischen Leistungen standen mir zur Verfügung:

1. die während des Versuchs meinerseits vorgenommenen Ablesungen an den elektrischen Mefswerkzeugen,
2. die von der A. E.-G. mit Schreiben vom 5. u. 13. August d. J. angegebenen Correcturen der Ampèremeterablesungen,
3. die von der A. E.-G. eingereichte zeichnerische Darstellung der Leistungen und des Stromverbrauchs der Elektromotoren,
4. die nach den Messungen des Herrn G. Kapp vom November 1896 berechneten Widerstände der Leitungen.

Die von der A. E.-G. unter 2 und 3 gemachten Angaben sind seitens des Verbandes nicht weiter controlirt und ist eine solche Controle auch nachträglich nicht erforderlich, da die hierauf beruhende Rechnung ein Zwischenglied be-

9) Der Wirkungsgrad ist aus den elektrischen Leistungen abgeleitet, dürfte aber etwas kleiner sein, sodafs der Dampf- und Kohlenverbrauch etwas höher wie angegeben sein wird.

Tabelle II.

Wassermessungen, ausgeführt durch das Meliorationsbauamt.

Hebewerk I. Das Radmittel liegt auf + 3,823.

Nr.	Datum	Wasserstand		Hub-höhe	Gemessen		Gemessene Wassermenge umgerechnet auf 2,6 Tour. d. Rades	Verlust nach der Messung	Berechnet für 2,6 Touren des Rades		
		aufsen	innen		cbm/sec	bei Touren			Theoretische Leistung	Verlust $E = 10$ mm	Effective Leistung
8	18. 5. 98	1,30	0,425	0,875	0,881	2,586	0,886	0,014	0,900	0,144	0,756
7	„	1,30	0,457	0,843	0,960	2,574	0,979	— 0,032	0,947	0,143	0,804
6	„	1,30	0,505	0,795	1,017	2,592	1,020	— 0,002	1,018	0,141	0,877
5	„	1,30	0,555	0,745	1,030	2,598	1,031	0,071	1,102	0,139	0,963
4	„	1,30	0,605	0,695	1,116	2,574	1,127	0,065	1,192	0,137	1,055
10	24. 5. 98	1,42	0,865	0,555	1,390	2,562	1,412	0,107	1,519	0,138	1,381
9	„	1,42	0,932	0,488	1,534	2,586	1,542	0,061	1,603	0,133	1,470
2	13. 5. 98	1,32	0,747	0,573	1,241	2,604	1,239	0,120	1,359	0,132	1,227
1	„	1,27	0,815	0,455	1,330	2,622	1,319	0,131	1,450	0,122	1,328
3	14. 5. 98	1,33	0,883	0,447	1,443	2,592	1,448	0,092	1,540	0,125	1,415
						zusammen	12,003	—	—	—	11,276

Tabelle III.

Wassermessungen, ausgeführt durch das Meliorationsbauamt.

Hebewerk II. Das Radmittel liegt auf + 3,825.

Nr.	Datum	Wasserstand		Hub-höhe	Gemessen		Gemessene Wassermenge umgerechnet auf 2,6 Tour. d. Rades	Verlust nach der Messung	Berechnet für 2,6 Touren des Rades		
		aufsen	innen		cbm/sec	bei Touren			Theoretische Leistung	Verlust $E = 15$ mm	Effective Leistung
1	12. 5. 98	1,13	0,833	0,297	1,426	2,664	1,392	0,080	1,472	0,153	1,319
2	„	1,17	0,797	0,373	1,305	2,628	1,291	0,133	1,424	0,171	1,253
4	13. 5. 98	1,17	0,838	0,332	1,325	2,670	1,290	0,188	1,478	0,161	1,317
3	„	1,17	0,861	0,309	1,350	2,658	1,321	0,187	1,508	0,158	1,350
7	17. 5. 98	1,29	0,907	0,381	1,481	2,646	1,455	0,113	1,568	0,177	1,391
6	„	1,29	0,935	0,355	1,446	2,652	1,418	0,186	1,604	0,173	1,431
5	„	1,29	0,960	0,330	1,455	2,622	1,443	0,193	1,636	0,170	1,466
1	21. 5. 98	1,65	1,000	0,650	1,448	2,634	1,429	0,257	1,686	0,240	1,446
10	„	1,65	1,022	0,628	1,509	2,638	1,493	0,210	1,703	0,240	1,463
9	„	1,65	1,052	0,598	1,520	2,634	1,500	0,250	1,750	0,235	1,515
8	„	1,65	1,080	0,570	1,562	2,628	1,583	0,210	1,784	0,231	1,553
						zusammen	15,615	2,007	17,613	2,109	15,504

Tabelle IV.

Wassermessungen, ausgeführt durch das Meliorationsbauamt.

Hebewerk V. Das Radmittel liegt auf + 3,802.

Nr.	Datum	Wasserstand		Hub-höhe	Gemessen		Gemessene Wassermenge umgerechnet auf 2,6 Tour. d. Rades	Verlust nach der Messung	Berechnet für 2,6 Touren des Rades		
		aufsen	innen		cbm/sec	bei Touren			Theoretische Leistung	Verlust $E = 15$ mm	Effective Leistung
13	27. 5. 98	1,44	0,920	0,520	1,355	2,540	1,385	0,229	1,614	0,205	1,409
12	„	1,44	0,950	0,490	1,429	2,556	1,271	0,381	1,652	0,202	1,450
11	„	1,44	0,993	0,447	1,472	2,544	1,505	0,200	1,705	0,197	1,508
10	„	1,44	1,037	0,403	1,470	2,556	1,495	0,265	1,700	0,191	1,569
5	25. 5. 98	1,70	0,943	0,757	1,378	2,562	1,398	0,246	1,644	0,256	1,388
4	„	1,70	0,978	0,722	1,413	2,520	1,452	0,235	1,687	0,253	1,434
3	„	1,70	1,013	0,687	1,409	2,580	1,420	0,310	1,730	0,250	1,480
2	„	1,70	1,090	0,610	1,591	2,586	1,600	0,223	1,823	0,241	1,582
1	„	1,70	1,135	0,565	1,631	2,580	1,644	0,232	1,876	0,236	1,640
9	26. 5. 98	2,15	0,905	1,245	1,273	2,550	1,298	0,297	1,595	0,351	1,244
8	„	2,15	0,945	1,205	1,313	2,538	1,345	0,301	1,646	0,349	1,297
7	„	2,15	0,980	1,170	1,387	2,544	1,418	0,271	1,689	0,347	1,042
6	„	2,15	1,020	1,130	1,364	2,550	1,391	0,348	1,739	0,344	1,395
						zusammen	18,622	3,538	—	3,422	18,698

trifft, welches das Hauptergebnifs — den Kohlenverbrauch für die Einheit — nicht berührt.

Es ergab sich:

Leistung der Motoren in effectiven Pferdekraftstunden 683,99,

Nutzeffect der Schöpfräder einschl. Zahnradwirkung 0,536 (lt. Vertrag 0,50),

an die Motoren abgegeben 590,06 Kilowattstunden,

Durchschnittlicher Wirkungsgrad der Motoren 0,853 (lt. Vertrag 0,80),

Leitungsverlust 18,78 Kilowattstunden,

Wirkungsgrad der Leitung 0,97 (lt. Vertrag 0,91),

Erregung ca. 20,0 Kilowattstunden,

Gesamtleistung in dem Kraftwerk 628,84 Kilowattstunden, 854,0 elektr. Pferdestd.,

Verhältnifs der elektrischen zu den indicirten Pferdestärken $\frac{854,0}{1095,1} = 0,78$,

Wirkungsgrad der Dynamo (nach dem Vertrag angenommen) 0,90,

hieraus Wirkungsgrad der Dampfmaschine $\frac{0,78}{0,90} = 0,87$,

Gesamtwirkungsgrad der elektr. Uebertragung $\frac{683,99}{854,0} \cdot 0,9 = 0,72$ (lt. Vertrag 0,655).

Diese Ergebnisse erscheinen mir für den elektrischen Betrieb etwas zu günstig, es dürfte weniger Elektricität erzeugt sein und sich hierdurch der berechnete Wirkungsgrad der Schöpfwerke etwas vergröfsern, der der Dampfmaschine etwas verringern.

Sehr erheblich dürften die Differenzen nicht sein, und sie berühren, wie schon bemerkt, das Hauptergebnifs nicht.

Königsberg, den 18. August 1898.

gez. H. Hagens, Civilingenieur.

Leistung der Schöpfräder bei verschiedenen Wasserständen.

Innen-W. Sp. $= h =$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Theor. Leistung $Q =$	0,173	0,506	0,821	1,117	1,395	1,655	1,896	2,120	2,324
$H =$ Aufsen-W. Sp.	Effective Leistung $Q - V$ cbm/sec								
1,40	—	0,265	0,587	0,895	1,187	1,467	1,740	2,020	—
1,60	—	0,230	0,551	0,857	1,148	1,427	1,691	1,960	2,219
1,80	—	0,193	0,514	0,818	1,109	1,385	1,646	1,898	2,142
2,00	—	0,155	0,476	0,779	1,068	1,343	1,602	1,850	2,084
2,20	—	0,113	0,434	0,738	1,026	1,297	1,557	1,802	2,033
2,40	—	0,077	0,393	0,695	0,984	1,255	1,512	1,755	1,983
2,60	—	+0,027	—	0,652	0,938	1,210	1,465	1,707	1,932
2,80	—	-0,021	0,302	—	0,892	1,163	1,418	1,658	1,882
3,00	—	-0,067	—	0,548	—	1,115	1,370	1,609	1,831
3,20	—	-0,116	—	0,510	0,796	—	1,320	1,558	1,781
$H =$	Effective Leistung $Q - V$ cbm/Stunde								
1,40	—	954	2113	3222	4273	5281	6264	7272	—
1,60	—	828	1984	3085	4133	5137	6088	7056	7987
1,80	—	695	1850	2945	3992	4986	5926	6833	7711
2,00	—	558	1714	2805	3845	4835	5767	6660	7502
2,20	—	407	1562	2657	3694	4669	5605	6487	7319
2,40	—	277	1415	2502	3542	4518	5443	6318	7139
2,60	—	+ 97	—	2347	3377	4356	5274	6145	6955
2,80	—	- 76	1087	—	3211	4187	5105	5969	6775
3,00	—	-241	—	1973	—	4014	4932	5792	6592
3,20	—	-418	—	1836	2866	—	4752	5609	6412

Theoretische Hebeleistungen der Schöpfräder.

In PS $\frac{1000}{75} \cdot (Q - V) \cdot (H - h)$.

$h =$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
$H =$	Theoretische Hebeleistungen in PS.								
1,4	—	4,24	7,70	9,55	9,50	7,82	4,64	0	—
1,6	—	4,30	8,82	11,43	12,25	11,41	9,02	5,23	0
1,8	—	4,01	9,60	13,09	14,80	14,80	13,17	10,15	5,71
2,0	—	3,72	10,15	14,54	17,09	17,91	17,09	14,80	11,12
2,2	—	3,00	10,42	15,75	19,15	20,75	20,76	19,22	16,26
2,4	—	2,26	10,48	16,68	21,00	20,43	24,19	23,40	21,15
2,6	—	+ 0,86	—	17,39	22,51	25,81	27,35	27,31	25,76
2,8	—	− 0,73	9,66	—	23,79	27,91	30,14	30,95	30,11
3,0	—	− 2,50	—	17,54	—	29,73	32,88	34,33	34,18
3,2	—	− 4,60	—	17,68	25,47	—	35,20	37,92	38,00

2. Bericht über die am 25. November 1898 vorgenommenen Proben an den Schöpfwerken II und V mit künstlichem Stau.

Bei dem mit Schöpfwerk II im November 1896 vorgenommen Versuch lagen ungefähr die im Vertrag mit II bezeichneten Wasserstände vor, während bei den an fünf Schöpfwerken zugleich im April 1898 durchgeführten Leistungsversuchen die mit I bezeichneten Verhältnisse vorlagen, d. h. der Innenwasserstand betrug etwa + 0,90, der Aufsenwasserstand + 1,80. Während der bisherigen zweijährigen Betriebszeit traten jedoch niemals Verhältnisse ein, wie sie im Vertrag mit III bezeichnet sind, und diese sollten, um die Räder, Transmissionen und Motoren einer starken Beanspruchung zu unterwerfen, künstlich herbeigeführt werden.

Die von Herrn Regierungsbaumeister Matz entworfene und an Schöpfwerk II und V ausgeführte Stauvorrichtung entsprach dem Zwecke, den Aufsenwasserstand künstlich zu heben, vollständig, und bei derselben war eine Gefährdung der Bauwerke durch Kolkungen vermieden. Es war jedoch naturgemäfs nicht angängig, den für Leistung III vorgesehenen Innenwasserstand von + 1,40 herbeizuführen. Man mufste sich begnügen, bei dem vorhandenen Innenwasserstand eine solche Hubhöhe zu erzielen, dafs alle Theile einer der Leistung III ungefähr entsprechenden Beanspruchung ausgesetzt wurden. Um dies feststellen zu können, war in die Leitungen des Schöpfwerkes II in dem Kraftwerk ein Wattmesser, im Schöpfwerk selbst ein Ampèremeter eingeschaltet.

Die angebrachte Stauvorrichtung liefs die allmähliche Steigerung des Aufsenwasserstandes zu, und das Verhalten des Rades und der wachsende Kraftverbrauch mit der Zunahme der Hubhöhe konnte genau beobachtet werden.

Beim Versuch am Schöpfwerk II war der Innenwasserstand + 0,90, und bei Stauung des Aufsenwassers auf über + 1,80 hätte der Kropf des Rades erhöht werden müssen, um eine ökonomische Arbeit des Rades zu erzielen. Da es jedoch nicht hierauf ankam, sondern auf eine möglichst grofse Inanspruchnahme aller Theile, so konnte von der Einbringung der nicht zur Stelle befindlichen Einlegebalken um so mehr Abstand genommen werden, als bei Verwendung derselben der Kraftverbrauch nicht genügend hätte gesteigert werden können.

Bei dem erreichten Aufsenwasserstand von + 2,80, also einer Hubhöhe von 2,80 — 0,90 = 1,9 m, ergaben die Messungen folgendes:

Wattmesser in dem Kraftwerk. 53 Kilowatt = 72 PS an die Leitung abgegeben. Verbraucht in der Leitung bei 7 Ampère und einem Widerstand von 3 Ohm = $7^2 \times 3 \times 3 = 441$ Watt = 0,6 PS.

An den Motor abgegeben 72 — 0,6 = 71,4 PS.

Wirkungsgrad des Motors 0,9.

Vom Motor geleistet 64,26 effective PS.

Ampèremeter im Schöpfwerk. 6,9 Ampère, Spannung in dem Kraftwerk 5000 Volt, Verlust in der Leitung $6{,}9 \times 3 \times 1{,}73 = 36$ Volt.

Spannung am Motor 4964 Volt.

Nach Angabe der A. E.-G. ist für die vorliegende Belastung $\cos \varphi = 0{,}9$, der Wirkungsgrad wie oben $\eta = 0{,}9$; hieraus

Leistung des Motors 65,2 effective PS.

Der Motor hat daher nach den gut übereinstimmenden Messungen 64 — 65 PS an das Triebwerk und das Schöpfrad abgegeben.

Wegen der fehlenden Einlegebalken konnte eine weitere Vergröfserung der Hubhöhe nicht mehr vorgenommen werden, da schon bei + 2,3 m ein starkes Zurückströmen des Wassers im Innern des Rades eintrat.

Der für Leistung III im Vertrag angegebene Kraftverbrauch von 74,2 PS wird nach den bisherigen Beobachtungen nicht ganz erreicht werden, wenn der Kropf den Wasserständen entsprechend erhöht wird. Es war also bei dem Versuch vom 25. November 1898 die gröfste Beanspruchung aller Theile schon nahezu erreicht, und diese wurde durch das heftige und stofsweise Zurückströmen des Wassers in die bei dem niedrigen Wasserstand zu wenig gefüllten Zellen noch im ungünstigen Sinne vermehrt.

In dem auf beiden Werken etwa 2 1/2 Stunden dauernden Betrieb mit hohem Stau haben sich irgend welche Anstände nicht ergeben.

Königsberg, den 30. November 1898.

gez. H. Hagens, Civilingenieur.

Abstellbahnhöfe (Betriebsbahnhöfe für den Personenverkehr).

Vom Regierungs-Baumeister Oder und Regierungs-Bauführer Blum.

(Mit Abbildungen auf Blatt 16 bis 19 im Atlas.)

(Schlufs.)

III. Lage des Abstellbahnhofs zu den übrigen Bahnhofstheilen. — Beispiele.

Nachdem im vorstehenden die Ausgestaltung der Abstellbahnhöfe behandelt worden ist, soll zum Schlufs untersucht werden, in welcher Weise sie in der Gesamtanlage der Bahnhöfe am zweckmäfsigsten unterzubringen sind. Dabei soll sowohl an ausgeführten als auch an neu entworfenen Beispielen dargelegt werden, wie für kleine, mittlere und grofse Verhältnisse bei den verschiedenen Arten von Stationen die Abstellbahnhöfe anzulegen und durchzubilden sind. Da hierfür weniger die Betriebsweise als vielmehr die Form der Station von Bedeutung ist, so soll die Untersuchung getrennt für Personenbahnhöfe in Kopfform und solche in Durchgangsform angestellt werden.

A. Abstellbahnhöfe für Stationen in Kopfform.

Kopfstationen werden meist am Ende einer Linie angelegt, zuweilen dienen sie auch als Endpunkt mehrerer Strecken. Ist die Station Endpunkt für alle Züge sämtlicher Linien, so soll sie „Kopfstation mit nur endigendem Verkehr" genannt werden. Findet dagegen ein Uebergang von Zügen von einer Linie zur anderen statt, so soll die Bezeichnung „Kopfstation mit durchgehendem Verkehr" gewählt werden.

1. Abstellbahnhöfe für Kopfstationen mit nur endigendem Verkehr.

α) Lage zu Personen- und Güterbahnhof.

Allgemeine Lage. Mündet in den Bahnhof nur eine Linie, so sind die in Abb. 11 Bl. 17 dargestellten neun Anordnungen der gegenseitigen Lage von Personenbahnhof (*P*), Güterbahnhof (*G*) und Abstellbahnhof (*A*) möglich, wobei aber alle Anlagen fehlen, in denen Schienenkreuzungen durch Brücken vermieden sind.

Die Anordnungen a_1 a_2 a_3 stimmen darin überein, dafs der Abstellbahnhof zwischen den Hauptpersonengleisen liegt, was in betriebstechnischer Hinsicht unstreitig am richtigsten ist, da die Bahnsteiggleise ohne irgend welche Kreuzung von Hauptgleisen zugänglich sind. In bautechnischer Hinsicht kann die Anlage aber grofse Schwierigkeiten bereiten: der Abstellbahnhof ist durch die ihn einschnürenden Hauptgleise beengt; dadurch wird eine Erweiterung sehr erschwert. Aufserdem entstehen todte, wenig ausnutzbare Zwickel. Auch sind die Post- und Eilgutanlagen häufig schwer von der Strafse aus zu erreichen und erfordern mindestens eine besondere Brücke für die Zufahrstrafse, wenn nicht etwa, wie z. B. in Abb. 9 Bl. 17 angenommen worden ist, zwischen Abstellbahnhof und Bahnsteiggleisen eine Strafse die Bahn kreuzt, von der die Zufahrstrafse abzweigen kann.

Von den genannten Anordnungen ist a_1 gewissermafsen die idealste, wird sich aber nur in den seltenen Fällen so ausführen lassen, dafs man den umfangreichen Güterbahnhof zwischen die Hauptgleise legen kann. Eher ausführbar sind die Anordnungen a_2 und a_3, bei denen aber die Verbindung zwischen Abstell- und Güterbahnhof eine Hauptgleiskreuzung erfordert. Die Lage des Abstellbahnhofs zwischen den Hauptgleisen ist besonders dann zu empfehlen, wenn aus Gründen irgend welcher Art die erwähnten Nachtheile sich weniger fühlbar machen. Ein solcher Fall liegt z. B. vor, wenn Post- und Eilgut gar nicht oder nur in so geringem Umfange zu befördern sind, dafs sie am Bahnsteig verladen werden können; ferner bei Anordnung a_2 und a_3, wenn die Verbindung mit dem Güterbahnhof nur ganz ausnahmsweise benutzt wird, was beides besonders für Stadt- und Vorortbahnen zutrifft. Die Anordnungen *b* und *c* zeigen die Lage des Abstellbahnhofs neben den Hauptgleisen. Der Hauptvorzug liegt darin, dafs die Gleisentwicklung des Bahnhofs

freier und ungezwungener wird, eine bessere Raumausnutzung gestattet und demgemäfs den Bedürfnissen besser angepafst werden kann als bei der Lage zwischen den Hauptgleisen; der Bahnhof ist bequem erweiterungsfähig, die Anlagen für den Post- und Eilgutverkehr sowie die Locomotivstation sind von der Strafse aus in einfachster Weise zugänglich, ohne dafs Gleise überschritten oder Wege unter- oder überführt zu werden brauchen. Dagegen ergibt sich der grofse Nachtheil, dafs bei Bewegungen zwischen Abstellbahnhof und Bahnsteiggleisen ein Hauptgleis gekreuzt werden mufs. Er wird am wenigsten fühlbar, wenn der Abstellbahnhof, wie die Anordnungen b zeigen, auf der Abfahrtseite des Personenbahnhofs liegt, da dann nicht das Einfahr-, sondern nur das Ausfahrgleis gekreuzt wird. Aufserdem ist Anordnung b der Anordnung c auch deshalb vorzuziehen, weil die angekommenen Züge fast stets geschlossen in den Abstellbahnhof überführt werden, was also nur verhältnifsmäfsig wenig Fahrten verursacht; dagegen können die Züge, die abfahren sollen, nicht immer völlig abfahrbereit in die Bahnsteiggleise gesetzt werden. Häufig müssen noch in den letzten Minuten Eilgut-, Post-, Verstärkungswagen und Vorspannlocomotiven in vielen einzelnen Ueberführungsfahrten herangebracht werden.

Was die Lage des Güterbahnhofs bei den Anordnungen b und c anbelangt, so scheiden b_3 [11]) und c_3 aus den bei a_1 angegebenen Gründen aus. Im übrigen liegt der Güterbahnhof am besten immer auf derselben Seite, wie der Abstellbahnhof — Anordnung b_1 und c_2 —, da hierbei der Verkehr zwischen beiden ohne irgend welche Berührung der Hauptgleise sehr bequem abzuwickeln ist, während bei den Anordnungen b_2 und c_1 durch die Ueberführungsfahrten beide Hauptgleise gekreuzt werden.

Wenn die Anordnungen a_1, b_3 und c_3 ausscheiden, werden die übrigen im allgemeinen ihrem gegenseitigen Werthe nach in folgender Reihe zu ordnen sein: a_3 a_2 b_1 c_2 b_2 c_1; jedoch wird bei sehr umfangreichen Abstellbahnhöfen mit lebhaftem Eilgut- und Postverkehr die Reihe b_1 c_2 a_3 a_2 b_2 c_1 richtiger sein. Auch kann, wenn der Verkehr zwischen Güter- und Abstellbahnhof gering ist, wenn z. B. der gröfste Theil des Eilgutes mit besonderen Eilgüterzügen befördert wird, die in den Güter- oder einen besonderen Eilgutbahnhof eingeführt werden, die Anordnung b_2 der Anordnung c_2 vorgezogen werden, da bei ihr der Abstellbahnhof auf der Abfahrtseite liegt.

Die erörterten Anordnungen a, b und c können nun die mannigfaltigsten Abänderungen erfahren, wenn die bei ihnen nothwendigen Kreuzungen mit den Hauptgleisen durch Brücken ersetzt werden. Diese haben allerdings den Nachtheil, dafs dadurch der Abstellbahnhof vom Personenbahnhof ziemlich weit abrückt, doch ist man dazu auch vielfach des Geländes wegen und zur Vermeidung sehr hoher Grunderwerbskosten gezwungen. Uebrigens können die Steigungen und Gefälle in den über einander wegzuführenden Gleisen bei der geringen Zuglänge der Personenzüge ziemlich stark sein. Jedenfalls sollte man sich nie durch die etwas höheren Baukosten davon abhalten lassen, Schienenkreuzungen der Hauptgleise durch Brücken zu ersetzen, da durch ihre Anlage die Betriebssicherheit bedeutend gesteigert wird.

11) In Abb. 9 b_3 Bl. 17 sind die Buchstaben A u. G zu vertauschen.

Bei der Verwendung von Ueber- und Unterführungen ist bezüglich der Lage des Abstellbahnhofes besonders dahin zu streben, die betriebstechnischen Vortheile der Anordnung a mit den bautechnischen Vortheilen der Anordnungen b (und c) zu verbinden; so verhält sich z. B. die Anlage nach Abb. 4 Bl. 17 für den Betrieb genau wie Anordnung a_1, während sie in ihrer baulichen Durchbildung, abgesehen von den etwas längeren Verbindungsgleisen, der Anordnung b_1 gleicht.

Weitere Abänderungen der besprochenen Anordnungen können eintreten, wenn der Abstellbahnhof nicht einheitlich angelegt, sondern in einzelne getrennt liegende Theile zerlegt ist. Dies ist aber, wie bereits früher betont, ein Fehler der Gesamtanordnung, der indes in der geschichtlichen Entwicklung oder der Örtlichkeit begründet sein kann. In Abb. 4 Bl. 17 ist z. B. angenommen, dafs der Abstellbahnhof früher zwischen den Hauptgleisen lag, aber dem steigenden Verkehr nicht gewachsen und bei Beibehaltung dieser Lage nicht genügend erweiterungsfähig war. Es sind daher die bestehenden Anlagen derart ausgebaut worden, dafs zwischen den Hauptgleisen nur eine Gleisgruppe zum Aufstellen von nicht umzuordnenden Zügen belassen und der übrige frei werdende Raum zur Erweiterung der ebenfalls nicht genügenden Locomotivschuppenanlage verwandt wurde. Der eigentliche Abstellbahnhof ist dann aufserhalb der Hauptgleise neu angelegt worden, wobei Kreuzungen zwischen den Verbindungs- und Hauptgleisen vermieden wurden.

β. Beispiele. Die Durchbildung eines nach Anordnung b_1 angelegten Abstellbahnhofes ist bereits im Abschnitt II an dem Beispiel der Abb. 1 Bl. 16 ausführlich erörtert.

In Abb. 7 Bl. 17 ist der Abstellbahnhof für eine Endstation mittleren Verkehrsumfanges dargestellt, dem die Anordnung b_2 zu Grunde liegt. Die Verbindung mit den Bahnsteiggleisen und die Anlage der Aufstellgleise a bedürfen keiner weiteren Erklärung. Die Ordnungsgleise b sind in der Annahme, dafs nur wenige Züge umzuordnen sind, und um an Platz zu sparen, stumpf angeschlossen, der Wagenschuppen fehlt vorläufig, doch kann er auf dem Raum, den jetzt die Aufstellgleise für selten gebrauchte Wagen einnehmen, unter entsprechender Verschiebung dieser Gleise nach Osten bequem angelegt werden. Eine besondere Weichenstrafse x—x gestattet das An- und Absetzen von Post- und Eilgutwagen am westlichen Ende der in den Aufstellgleisen a stehenden Züge und die unmittelbare Ueberführung dieser Wagen zu den Ladestellen ohne Benutzung des Hauptausziehgleises — genau wie in Abb. 1 Bl. 16 — und vermittelt aufserdem den Verkehr der Zugmaschinen zwischen dem Locomotivschuppen und den Bahnsteiggleisen. Die Ladestellen für die Post sind so nahe an die Bahnsteige und das Empfangsgebäude herangeschoben, dafs die Ent- und Beladung der Postwagen, sowohl wenn sie in den Zügen am Bahnsteig, als auch wenn sie auf den besonderen Postgleisen stehen, von denselben Postdiensträumen aus erfolgen kann, wodurch eine bedeutende Vereinfachung und Ersparnifs an Beamten und Räumen erzielt wird. Die angekommenen Postwagen können auch auf den an der Nordseite der Halle liegenden Stumpfgleisen zur Entladung gebracht werden.

Beim Austausch von Wagen mit dem Güterbahnhof werden diese über das Verbindungsgleis zu einem der drei Stumpfgleise an der Nordseite der Bahnsteige und von dort nach dem

Güterbahnhof überführt; in der Regel wird das nördlichste Gleis dazu benutzt werden, da die beiden anderen vorzugsweise für die Post bestimmt sind. Bei dieser Anordnung müssen die Wagen allerdings ziemlich weite Wege zurücklegen; dagegen wird die — nicht zu vermeidende — Kreuzung mit den Hauptgleisen an eine Stelle gelegt, an der die betreffenden Weichenanlagen schon aus anderen Gründen nothwendig sind und an der sämtliche Züge ganz langsam fahren.

Zum Aufstellen der Speise- und Schlafwagen dient ein in der Nähe der Eilgutanlagen liegendes Gleis; es ist durch Vermittlung der Eilgutladestrafse ohne Schienenüberschreitung unmittelbar zugänglich und sowohl von den Bahnsteiggleisen durch die Weichenstrafse $x—x$ als auch vom Hauptausziehgleis bequem zu erreichen.

Die Abb. 1 Bl. 17 zeigt den Abstellbahnhof des Anhalter Bahnhofs in Berlin, der wie der vorige — abgesehen von einigen Gleisen — nach Anordnung b_2 angelegt ist. Der Anhalter Bahnhof nimmt aufser der Linie Berlin-Jüterbog die Strecke Berlin-Elsterwerda auf; diese ist eingleisig in den Bahnhof eingeführt und mündet kurz vor dem Empfangsgebäude mit Schienenkreuzung in jene ein. Nach der zur Zeit in Ausführung begriffenen Einführung der Lichterfelder und Zossener Vorortgleise in den Potsdamer Ringbahnhof wird aber die Vereinigung der Anhalter und Dresdener Bahn weiter aufserhalb erfolgen, sodafs dann das in der Abbildung mit III bezeichnete Gleis nicht mehr als Ferngleis von und nach Dresden dienen, sondern zu den übrigen Aufstellgleisen des Abstellbahnhofs treten wird.[12])

Der Bahnhof ist durch die Unterführung des Landwehrcanals in einen kleineren nördlichen Theil mit dem Empfangsgebäude, den Eilgut- und Postanlagen usw. und einen gröfseren südlichen Theil mit dem Abstell- und Güterbahnhof geschieden. Auf der gleichen Seite der Hauptgleise wie der Abstellbahnhof liegen der sog. Dresdener Bahnhof, besondere Anschlüsse, vermiethete Speicher und Lagerplätze und die Uebergabegleise zur Ringbahn und Militärbahn.

Der Abstellbahnhof ist mit den Bahnsteiggleisen durch das bei *Mtm* liegende Weichenkreuz verbunden, von dem aus zwei zu beiden Seiten der Hauptgleise liegende Verbindungsgleise zu den Hallengleisen führen. Die Aufstellgleise sind — wie in den vorigen Beispielen — beiderseits angeschlossen. Der rund 180 m lange, vier Stumpfgleise enthaltende Wagenschuppen ist wie in Abb. 1 Bl. 16 an das Hauptausziehgleis angeschlossen; besondere Ordnungsgleise b fehlen, an ihrer Stelle werden die vorderen Enden der Aufstell- und Wagenschuppengleise zum Umordnen der Züge benutzt. Die Aufstellgleise für die nur in besonders verkehrsstarken Zeiten gebrauchten Wagen liegen ziemlich abgesondert am Südende des Bahnhofes, zwischen den Gleisen des sog. Dresdener Güterbahnhofes, aufserdem stehen noch drei, aber auf der andern Seite der Hauptgleise liegende, Gleise zum Aufstellen von Zügen zur Verfügung, die jedoch bei schwächerem Verkehr wenig benutzt werden, weil ihre Zugänglichkeit durch die zwischenliegenden Hauptgleise erschwert ist. Verwendung finden diese Gleise hauptsächlich zum Aufstellen der Sonderzüge, die zu Beginn der Sommerferien in grofser Anzahl nach dem südlichen Deutschland abgelassen werden. Ein Vorzug dieser Gleise ist, dafs sie ebenso wie die übrigen Aufstellgleise beiderseits angeschlossen sind, also unmittelbaren Zugang zu den Bahnsteiggleisen haben, durch die Weichenstrafse $w \div w$. Ein neben den Gleisen liegendes, ebenfalls beiderseits angeschlossenes Gleis dient zum Aufstellen der Luxuszüge; daneben liegen einige Buden der Internationalen Schlafwagen-Gesellschaft, die diese Züge stellt.

Für die Post sind beiderseits der Bahnsteighalle für Ankunft und Abfahrt getrennte Anlagen vorhanden; sie werden von den im Empfangsgebäude untergebrachten Postdiensträumen bedient und sind von den beiden äufseren Bahnsteigen aus unmittelbar zugänglich. Die Anlagen für den Eilgutverkehr sind sehr verzettelt. Für einen Theil des Eilgutes sind in Verbindung mit dem Personenbahnhof auf beiden Seiten der Hauptgleise besondere Ladestellen angeordnet; von diesen ist die auf der Abfahrtseite die umfangreichere, sie ist aufserdem durch ein Wagenhebewerk mit dem Hafen und einigen Lagerplätzen verbunden. Der andere Theil des Eilgutes wird, da ein besonderer Eilgutschuppen nicht vorhanden ist, im Güterschuppen abgefertigt. Es liegt auf der Hand, dafs durch diese Trennung der Anlagen sehr viele Verschiebebewegungen nothwendig werden, die nicht nur viel Geld kosten, sondern auch den Verkehr auf den Hauptgleisen sehr stören und gefährden.

Die Verbindung mit dem Güterbahnhof ist in mehrfacher Weise hergestellt. Zunächst zweigt aus dem Weichenkreuz bei *Mtm* ein Verbindungsgleis ab, das ähnlich wie das Ueberführungsgleis im vorigen Beispiel (Abb. 7 Bl. 17) angeordnet ist und auch bei Fahrten zwischen dem Abstell- und Güterbahnhof dieselben Bewegungen bedingt. Aufserdem verbindet dies Gleis aber auch die nördlich des Landwehrcanals liegenden Eilgutanlagen unmittelbar mit den Güterschuppen. Weiterhin verbindet die Weichenstrafse $y \div y$ das Hauptausziehgleis des Abstellbahnhofes mit den Einfahr- und Ablaufgleisen des Güterbahnhofes. Diese Weichenstrafse, die für den Verkehr zwischen Abstell- und Güterbahnhof nicht unbedingt erforderlich ist, dient zur unmittelbaren Ausfahrt von Güterzügen in die Hauptpersonengleise, zur Ueberführung von Güterwagen und ganzen Güterzügen zur Ringbahn und zur Militärbahn und zum Anschlufs des Dresdener Güterbahnhofes. Mit dem letzteren ist der Abstellbahnhof durch sein Hauptausziehgleis unmittelbar verbunden, ebenso hat er Anschlufs an die Ring- und Militärbahn.

Da die Post- und ein Theil der Eilgutanlagen in unmittelbarer Nähe der Bahnsteiggleise, dagegen von dem eigentlichen Abstellbahnhof ziemlich weit entfernt liegen, so werden Post- und Eilgutwagen den Personenzügen vielfach beigestellt und entnommen, solange sie in den Hallengleisen stehen. Als vorläufige Abstell- und Verschiebegleise werden dabei die am Ende der Halle angeordneten Stumpfgleise mit benutzt. Hierbei werden Eilgutwagen, die am hinteren Ende abfahrender Züge stehen sollen, theilweise derart eingesetzt, dafs der Zug ohne Eilgutwagen am Bahnsteig abgefertigt wird und abfährt, vor der Halle aber wieder hält und hier an die auf einem der Stumpfgleise bereit gestellten Wagen zurücksetzt. Die Locomotivschuppen liegen in ziemlicher Nähe der Bahnsteiggleise, sie werden nur für den Personenzugdienst ver-

12) Vgl. Zeitschrift für Bauwesen 1901: Die Vorortbahn von Berlin nach Grofs-Lichterfelde. (Die Einführung der Vorortgleise in den Potsdamer Ringbahnhof ist während der Drucklegung des Aufsatzes inzwischen erfolgt.)

wandt. Ein Mangel der Gleisverbindung ist, dafs die Schuppen von dem östlichen Theil der Bahnsteiggleise nur durch Sägebewegungen zu erreichen sind.

In Abb. 9 Bl. 17 ist die allgemeine Gestaltung eines nach Anordnung a_3 angelegten Abstellbahnhofes angegeben. In dem Beispiel ist angenommen, dafs der Bahnhof zwei Linien aufnimmt, deren Vereinigungspunkt, wie in Abb. 10 Bl. 17 angedeutet, einige Kilometer aufserhalb liegt. Bei den Abzweigungen sind Schienenkreuzungen entgegengesetzter Fahrrichtungen vermieden; die Einfahrgleise beider Linien sind nicht vereinigt, sondern gesondert in den Personenbahnhof eingeführt, um die gleichzeitige Einfahrt von beiden Bahnen zu ermöglichen; dagegen ist nur ein Ausfahrgleis angeordnet, das sich erst an der Abzweigstelle gabelt. Es ist angenommen, dafs ein Uebergang von Zügen oder Curswagen von der einen auf die andere Linie nicht stattfindet, dafs der Bahnhof also für sämtliche Züge Endpunkt ist. Der Verschiebebahnhof liegt draufsen und ist mit dem weiter in die Stadt vorgeschobenen Güterbahnhof durch ein besonderes Gleis verbunden.

Die Einzeldurchbildung des Abstellbahnhofes ist ähnlich wie die der Abb. 1 Bl. 16. Die Post- und Eilgutanlagen sind von einer unter den Hauptgleisen unterführten Strafse ohne Gleisüberschreitung zugänglich. Die Verbindung mit dem Güterbahnhof an der Stelle x hat zwar für den Eilgutverkehr einigen Vortheil, wird aber in dieser Lage das Hauptausfahrgleis kaum mittels Brücke kreuzen können und ist daher zweckmäfsiger weiter nach aufsen — etwa an die Stelle y — zu verschieben, wo eine schienenfreie Kreuzung meist möglich sein wird.

In Abb. 6 Bl. 17 sind die Abstellbahnhöfe des Potsdamer Bahnhofs in Berlin[13]) dargestellt, der aufser der Ringbahn die Fernbahn von Potsdam-Magdeburg und die Wannseebahn aufnimmt.

Für diese beiden letztgenannten Linien ist je ein besonderer Abstellbahnhof angelegt, für die Fernbahn im wesentlichen nach Anordnung b_2, für die Wannseebahn nach Anordnung a_2. Für letztere ist eine Hauptgruppe von neun beiderseits angeschlossenen, durchschnittlich 200 m langen Gleisen vorhanden, zu denen noch einige stumpf endigende Gleise hinzukommen.

Etwa erforderlich werdende Aenderungen an den Zügen werden mittels des 270 m langen Ausziehgleises vorgenommen, die Ueberführung der Züge und Locomotiven zwischen Bahnsteiggleisen und Abstellbahnhof geschieht auf den beiden Hauptgleisen,[14]) unter Benutzung der bei Punkt a liegenden Weichen, die aufserdem noch den Abstellbahnhof der Wannseebahn mit dem der Potsdamer Fernbahn und dadurch auch mit dem Potsdamer Güterbahnhof verbinden. Die Abstellgleise für Fernzüge haben die bereits im Abschnitt II B besprochene wenig günstige Anordnung erhalten, die aber in diesem Fall nicht zu vermeiden war, weil der zur Verfügung stehende Raum äufserst schmal und man daher zur möglichsten Ausnutzung der vorhandenen grofsen Länge gezwungen war.

13) Zeitschrift für Bauwesen 1893, S. 542, Atlas Blatt 45. (Die inzwischen erfolgte Einführung der Lichterfelder und Zossener Vorortgleise in den Ringbahnhof ist hier noch nicht mit berücksichtigt.)

14) Die Fahrten zwischen Abstellbahnhof und Hallengleisen einschliefslich der Locomotivleerfahrten werden durch Signale und Blockwerke geregelt.

Auch die Lage der Eilgutanlagen und der Locomotivschuppen für den Fernverkehr auf der anderen Seite der Hauptgleise, die ein häufiges Kreuzen der letzteren nöthig macht, ist nicht besonders günstig, war aber durch die allmähliche Entstehung der Anlagen bedingt.

2. Abstellbahnhöfe für Kopfstationen mit durchgehendem Verkehr.

Münden in einen Kopfbahnhof mehrere Linien ein, so wird vielfach ein Uebergang der Züge von einer Linie auf die andere stattfinden, d. h. ein Theil der Züge wird, ohne wesentliche Veränderungen zu erleiden, wenden — „Kopf machen“ und wieder ausfahren. Bei dem Entwerfen solcher Kopfbahnhöfe mit durchgehendem Verkehr ist die Gleisanlage danach zu bestimmen, ob der Uebergangsverkehr oder der Endverkehr überwiegt. Bei schwachem Uebergangsverkehr kann man auf schienenfreie Kreuzungen der Fahrstrafsen verzichten; es entsteht dann der in Abb. 1 Bl. 18 dargestellte Gleisplan. Bei diesem sind die Uebergangsverbindungen so angeordnet, dafs die Züge nach einer bestimmten Richtung immer von demselben Bahnsteig abfahren, wodurch den Reisenden das Zurechtfinden bedeutend erleichtert wird. Im übrigen sind die Gleisanlagen im Personenbahnhof für beide Linien vollständig getrennt, und der ganze Bahnhof ist weiter nichts als das Nebeneinanderlegen zweier Endstationen, also besonders für getrennte Verwaltungen zweckmäfsig. Bei einheitlicher Verwaltung dürfte dagegen vielfach eine Anordnung nach Abb. 2 Bl. 18 vorzuziehen sein, da hierbei der Personenbahnhof, abgesehen von dem geringen Uebergangsverkehr, in eine Ankunfts- und eine Abfahrtshälfte getheilt ist, wodurch die Abwicklung des Betriebes vereinfacht wird. Da ein Bahnhof dieser Form eigentlich nur ein End-Kopfbahnhof ist, dessen Ein- und Ausfahrgleise verdoppelt sind, so treffen die oben gegebenen Auseinandersetzungen über die Lage des Abstellbahnhofes auch für ihn zu.

Nach Abb. 1 ist das in Abb. 7 Bl. 18 dargestellte Beispiel eines Kopfbahnhofes für drei Linien ausgeführt. Die Linie a — etwa als Nebenbahn zu denken — hat nur schwachen Verkehr und keinen Zug- oder Wagenübergang nach b oder c. Zwischen den Linien b und c findet dagegen, abgesehen davon, dafs in dem Bahnhof zahlreiche Züge enden und beginnen, ein Uebergang von einigen Zügen und Curswagen statt. Diese beiden Linien sind daher mit einander verbunden und zwar derart, dafs die Züge nach einer bestimmten Richtung immer von demselben Bahnsteig abfahren.

Der Abstellbahnhof ist nicht einheitlich angelegt, sondern in der bereits im Abschnitt II besprochenen Weise in drei Neben- und eine Hauptgruppe getheilt. Für die Züge jeder Linie, welche nur geringe Verschiebebewegungen erleiden, sind zwischen den zugehörigen Ein- und Ausfahrgleisen Aufstellgleise angeordnet; mithin sind drei Gruppen dieser Art vorhanden. In der Gruppe für Linie a, auf welcher hauptsächlich Pendelzüge verkehren, sind auch Einrichtungen für den Locomotivdienst getroffen, um den Maschinen während der kurzen Zugpausen den weiten Weg zu der grofsen Locomotivschuppenanlage zu ersparen. Für alle die Züge, die einer weitergehenden Behandlung bedürfen, ist ein gemeinsamer Abstellbahnhof angeordnet, der mit den Bahnsteiggleisen der Linien b und c schienenfrei verbunden ist, während zur

Erreichung der für die Linie *a* bestimmten Gleise die Kreuzung des Ausfahrgleises nach *a* und des Einfahrgleises von *b* nothwendig wird, was aber bei dem nur wenige Male am Tage erforderlich werdenden Austausch von Wagen ziemlich ungefährlich erscheint. Der Verschiebedienst wird im Abstellbahnhof von Verschiebelocomotiven, in den zwischen den Hauptgleisen liegenden Gruppen von den Zug- und Ueberführungsmaschinen ausgeführt. Der Eilgutverkehr soll hauptsächlich im Güterbahnhof abgewickelt werden und die besondere Eilgutrampe in erster Linie dem Lebensmittelverkehr dienen.

Die Gesamtanordnung dieses Bahnhofs, besonders die Linienführung der Hauptgleise und der mittels Spaltungskreuzung abgezweigten Gütergleise soll durchaus nicht als mustergültig hingestellt werden; vor allem ist die Gleisanordnung für den Uebergang von Zügen zwischen *b* und *c*, bei der mehrere Kreuzungen entgegengesetzter Fahrrichtungen vorkommen, nicht ungefährlich. Ein Nachtheil ist auch das weite Hinausschieben der den Uebergang der Züge von *b* nach *c* ermöglichenden Weichenverbindung *x*, was geschehen ist, weil sich daraus eine ganz bedeutende Verkürzung der am Ende der Bahnsteige liegenden Weichenstrafsen erzielen liefs.

Bei gröfserem Uebergangsverkehr müssen die störenden und gefährlichen Schienenkreuzungen der Fahrstrafsen übergehender Züge durch Brücken vermieden werden, wobei gleichzeitig eine günstige Linienführung der Verbindungsgleise mit dem meist am besten in dem Zwickel zwischen den beiden Linien liegenden Abstellbahnhof anzustreben ist. In den Abb. 3 u. 4 Bl. 18[15]) ist gezeigt, wie sich dies mit einer Ueberführung erreichen läfst, wobei in Abb. 4 sogar noch die Loslösung der Gütergleise von den Hauptgleisen und die Verbindung zwischen Abstell- und Güterbahnhof ohne irgend eine Schienenkreuzung erfolgt. Dafs die in den Abb. 3 und 4 gegebenen Gleisskizzen thatsächlich eine Durchgangsstation mit Fahrrichtungswechsel darstellen, erkennt man, wenn man sich nach Abb. 6 Bl. 18 die Gleise einer Linie um die Linie $x'—x'$ gedreht denkt.

Der Gleisplan der Abb. 3, bei dem nicht mehr als zwei Bahnsteiggleise vorhanden sind, genügt, wenn entweder wenige Züge verkehren oder wenn bei starkem Zugverkehr die Züge nur sehr kurze Zeit im Bahnsteiggleis stehen bleiben, also z. B. für Stadt- und Vorortverkehr. Bei einigermafsen lebhaftem Verkehr ist eine Vermehrung der Bahnsteiggleise unbedingt erforderlich, und dann ist es zweckmäfsig, die Gleise so zu benutzen, dafs die einen für die ankommenden und beginnenden, die anderen für die weitergehenden Züge bestimmt werden, wobei die ersteren in möglichst sichere und bequeme Verbindung mit dem Abstellbahnhofe zu bringen sind; läfst sich dabei noch eine zweckmäfsige Vertheilung der Bahnsteige erreichen, so ist dies ein weiterer Vortheil der Anlage. Abb. 5 Bl. 18 zeigt eine derartige Anordnung, wobei angenommen ist, dafs der Verkehr zwischen *a* und *c* bedeutend stärker als zwischen *b* und *c* ist und dafs daher der gröfsere Theil der von *a* kommenden Züge in *c* endigt, während die Züge von *b* gröfstentheils nach *a* weitergehen. Die Gleise von *a* liegen daher zwischen denen von und nach *b*, weil dann, da der Abstellbahnhof ebenfalls innen liegt, keine Kreuzungen bei den Ueberführungsfahrten vorkommen. Die wenigen endenden und beginnenden Züge der Linie nach *b* kreuzen dagegen bei den Fahrten vom und zum Abstellbahnhof die Hauptgleise der Linie *a* an den mit *x* bezeichneten Stellen; diese Kreuzungen sind aber, da sie durch Sicherheitsweichen gedeckt sind und die Züge hier ganz langsam fahren, ziemlich ungefährlich.

Beispiele. Nach den erörterten Grundsätzen ist der in Abb. 8 Bl. 18 dargestellte neue Hauptbahnhof in Altona angelegt, der die Ferngleise von Hamburg und Kiel, die Stadtbahngleise von Hamburg und die Vorortgleise nach Blankenese aufnimmt. Auf den Fernlinien Hamburg — Altona — Kiel und den Vorortlinien Hamburg (Stadtbahngleise) — Altona — Blankenese besteht ein Verkehr durchgehender Züge, die also in Altona wenden; ein grofser Theil der Züge beginnt oder endigt aber in Altona. Wie die Abb. 8 u. 9 Bl. 18 zeigen, sind die Anlagen für den Fernverkehr vollkommen von denen für den Nahverkehr losgelöst und beiden Verkehrsarten selbständige Bahnhoftheile zugewiesen. Ferner sind Kreuzungen entgegengesetzter Fahrrichtungen in Schienenhöhe vollkommen vermieden, wobei die Gleise Hamburg (Stadtbahngleise) — Blankenese entsprechend der Abb. 3 Bl. 18 angeordnet wurden, während den Anlagen für den Fernverkehr im allgemeinen die Anordnung der Abb. 5 Bl. 18 zu Grunde liegt, aber unter Auflösung der dort vorgesehenen einen Ueberführung in drei von einander getrennte Brücken. Dies war nothwendig wegen der Stadtbahngleise und der Anlagen für den Güterverkehr. Es sei noch darauf hingewiesen, dafs ein Theil der innerhalb des Bahnhofes gelegenen Hauptgleise „links“ befahren und erst weit aufserhalb in die richtige Lage hinüber geschwenkt wird.

Von den dem Fernverkehr dienenden Bahnsteiggleisen sind die äufseren hauptsächlich für die weitergehenden, die inneren für die endigenden und beginnenden Züge bestimmt. Diese Anordnung ergibt, da der Abstellbahnhof zwischen den Hauptgleisen liegt, die wenigsten Störungen bei der Ein- und Ausfahrt der Züge und den Fahrten vom und zum Abstellbahnhof und gewährleistet die höchste Betriebssicherheit. Die Aufstellgleise des Abstellbahnhofs sind mittels mehrerer durchgehender Weichenstrafsen beiderseits angeschlossen; zur Aufstellung selten benutzter Wagen dienen die Enden der Aufstellgleise, deren Anordnung ebenso wie die der Wagenschuppengleise insofern ungünstig ist, als sie nach Norden stumpf endigen, also umgekehrt wie die Bahnsteiggleise, sodafs entweder ein Umlaufen oder ein sehr langer Aufenthalt der Verschiebemaschinen am Ende der Bahnsteiggleise nothwendig wird, wenn Züge von diesen Gleisen in die Bahnhofshalle eingesetzt werden. Für den Stadt- und Vorortverkehr ist aufser einigen Aufstellgleisen für Züge eine besondere Locomotivstation angelegt.

B. Abstellbahnhöfe für Stationen in Durchgangsform.

Genau ebenso wie bei der Kopfform kann man bei der Durchgangsform zwei Hauptarten unterscheiden:

1. Durchgangsstationen mit nur endigendem Verkehr,
2. Durchgangsstationen mit durchgehendem Verkehr.

Die zweite der genannten Arten ist allgemein gebräuchlich. Die erstgenannte dagegen hat sich erst im Laufe der Zeit entwickelt und bisher nur vereinzelt Anwendung gefun-

15) Vgl. Goering, „Bahnhöfe“ in Rölls Encyklopädie, S. 241 ff. und Tafel V.

den; es soll daher auf ihre Bedeutung für den Betrieb im nächsten Abschnitt näher eingegangen werden.

1. Abstellbahnhöfe für Durchgangsstationen mit nur endigendem Verkehr.

Der Betrieb einer Kopfstation ist stets mit Gefahren und Erschwernissen verknüpft.[16]) Erstens liegt die Gefahr vor, dafs mangelhaft gebremste Züge bei der Einfahrt gegen den Prellbock am Gleisende rennen. Zweitens entsteht durch den Richtungswechsel der eingefahrenen Züge bei der Beförderung nach dem Abstellbahnhof und umgekehrt ein zeitraubendes Hindernifs für die glatte Abwicklung des Betriebsdienstes. Denn jeder Zug, der vom Abstellbahnhof kommt oder dahin läuft, ist gezwungen, „Kopf zu machen", wobei also entweder ein Maschinenwechsel erforderlich ist oder die Züge in einer Richtung gedrückt werden müssen, was naturgemäfs nur mit verminderter Geschwindigkeit geschehen kann. Auch sind Kreuzungen zwischen den ein- und ausfahrenden Zügen mit denen vom und zum Abstellbahnhof fast niemals vollständig zu umgehen. Zur Vermeidung dieser Uebelstände hat man bei Endstationen hin und wieder die sonst gebräuchliche Kopfform verlassen und die Durchgangsform gewählt; dies kann auf zwei Arten geschehen: durch Anlage von Schleifen, oder durch Verlängerung der Hauptgleise über ihr (bislang stumpfes) Ende hinaus.

Der Gedanke der Schleife ist schon ziemlich alt; er findet sich u. a. bereits bei der im Jahre 1873 entworfenen Glorine (vgl. Organ f. d. Fortschritte 1873, S. 201). Neuerdings ist die Schleifenform besonders für die Endpunkte von Stadt- und Vorortbahnen[17]) verwandt worden, weil hier kleinere Bogenhalbmesser zulässig sind und weil bei der erforderlichen sehr schnellen Zugfolge die Kopfstationen mit ihrem längeren Aufenthalt und dem lästigen Maschinenwechsel eine grofse Betriebserschwernifs bedeuten. Dagegen ist die Anlage von Schleifenbahnhöfen für die Endpunkte der Fernbahnen besonders in Grofsstädten wegen der durch die grofsen Bogenhalbmesser bedingten bedeutenden Breite ziemlich ausgeschlossen.

Die Vorzüge der Stationen in Schleifenform sind unverkennbar: sie verhalten sich für den Betrieb wie die einfachste Zwischenstation; selbst bei dichtester Zugfolge ist eine Vermehrung der Hauptgleise und die Anlage von Weichen nicht nothwendig; Kreuzungen und „Kopfmachen" fallen gänzlich fort. Der Anschlufs etwa erforderlich werdender Abstellgleise ist viel einfacher und betriebssicherer als bei Kopfstationen. Die wendenden, endigenden und beginnenden Züge verkehren, wie aus einer Betrachtung der Abb. 5 bis 7 Bl. 19 hervorgeht, genau so wie die Züge auf einer gewöhnlichen Zwischenstation. Die endigenden Züge werden, nachdem sie am Bahnsteig abgefertigt sind, unter Beibehaltung der alten Fahrrichtung von ihrer eigenen Zugmaschine durch Weiche 1 nach den Abstellgleisen geschleppt; die beginnenden Züge fahren vom Abstellbahnhof aus in der Richtung, in der sie später weiterfahren, über Weiche 2 am Bahnsteig vor.

Von den in den Abb. 5 bis 7 dargestellten Gleisskizzen dürfte die Anordnung nach Abb. 6 die günstigste sein, weil dabei auch die bei den Skizzen nach Abb. 5 und 7 nothwendige, mit einem Umlaufen der Zugmaschine verbundene Aenderung der Fahrrichtung innerhalb der Abstellgleise fortfällt; jedoch wird die Anordnung nach Abb. 6 meist nur bei beschränkter Anzahl der Abstellgleise möglich sein. Für umfangreichere Anlagen ist die Anordnung nach Abb. 5 am zweckmäfsigsten, während bei der nach Abb. 7 der Platz für die Aufstellgleise durch das umschliefsende Hauptgleis genau begrenzt, dafür aber auch sehr ausgenutzt ist. Die in Abb. 7 der Raumersparnifs wegen angeordnete Schiebebühne dient zum Umlaufen der Zugmaschine, sie wird entbehrlich, wenn etwa bei elektrischem Betrieb nur mit Triebwagen gefahren wird. Auch für Schleifenbahnhöfe ist bei sehr starkem Verkehr eine Vermehrung der Hauptgleise am Bahnsteig, wie in Abb. 5 angedeutet, zweckmäfsig.

Die Verwandlung einer Kopfstation in eine Durchgangsstation kann ferner durch Verlängerung der Hauptgleise über ihr (sonst stumpfes) Ende am Bahnsteig hinaus erreicht werden, wie dies Abb. 4 Bl. 19 zeigt, der in Abb. 3, um einen Vergleich zu ermöglichen, die Anordnung mit stumpf endigenden Hauptgleisen beigegeben ist. Dabei werden die Vortheile der Schleifenbahnhöfe zwar nicht ganz erreicht, denn die unmittelbar nach Einfahrt wieder ausfahrenden Züge müssen in den Bahnsteiggleisen „Kopf machen", weswegen auch das Weichenkreuz bei x erforderlich wird. Dagegen durchfahren alle endigenden und neu beginnenden Züge die Bahnsteiggleise wie auf der einfachsten Zwischenstation, doch wird dabei in den Abstellgleisen eine Aenderung der Fahrrichtung und das Umlaufen der Zugmaschinen erforderlich.

Auch diese Anordnung ist bei den Endpunkten der Fernbahnen in den Grofsstädten kaum ausführbar, weil dadurch der Personenbahnhof zu sehr vom Stadtmittelpunkt abrückt, dagegen ist sie recht zweckmäfsig für die dem Bahnnetz abgekehrten Endstationen von Stichbahnen und kann auch bei besonderer Gestaltung der Stadtbebauung für Stadtbahnen in Frage kommen; sie ist z. B. bei dem vorläufigen Endbahnhof „Luxemburg-Garten" der Sceaux-Linie in Paris ausgeführt.[18])

2. Abstellbahnhöfe für Durchgangsstationen mit durchgehendem Verkehr.

Die Kopfform, die bei den Endbahnhöfen in Grofsstädten manchmal nicht zu umgehen ist, sollte bei allen Zwischenstationen vollkommen vermieden werden. Dies ist ganz selbstverständlich für den gesamten durchgehenden Verkehr, kann aber auch für alle endigenden und neubeginnenden Züge, abgesehen von sehr ungünstigen Verhältnissen, durch richtige Lage des Abstellbahnhofs bequem erreicht werden.

Auf allen Durchgangsstationen, auf denen ein Theil der Züge endet — sei es, dafs die Station nur eine Linie aufnimmt, von der einige Züge wenden, oder dafs daselbst Nebenlinien einmünden, oder dafs sie ein Knotenpunkt für mehrere Linien mit theilweisem Endverkehr ist —, mufs der Abstellbahnhof stets an dem Ende des Bahnhofs angeordnet werden, nach dem zu der Verkehr schwächer wird; dann brauchen nämlich die auf dem Bahnhof endenden und beginnenden Züge in den Bahnsteiggleisen nicht zu wenden, sondern können hier in derselben einfachen Weise wie die

16) Vgl. auch Zeitung d. Vereins Deutscher Eisenbahn-Verw. Juli 1901.

17) Vgl. Centralblatt der Bauverwaltung 1900, S. 295. Zeitschrift für Kleinbahnen 1900, S. 585.

18) Vgl. Zeitschrift für Bauwesen 1899, S. 591.

weiterfahrenden Züge behandelt werden. Hieraus ergibt sich, dafs die Hauptgleise einmündender Nebenlinien nicht stumpf endigen dürfen, sondern, wie bei Abb. 11 Bl. 19 erläutert, in die Abstellgleise hinein verlängert werden müssen.

Nimmt ein Bahnhof nur eine durchgehende Linie auf, von der einige Züge wenden, ohne stark umgeordnet zu werden, so genügen Wendegleise, auf denen die Züge zur Entlastung der Hauptgleise während des Aufenthaltes abgestellt und nöthigenfalls nachgesehen und gereinigt werden. Die Wendegleise werden, um Kreuzungen zu vermeiden, am besten zwischen die Hauptgleise gelegt, woraus sich für einfache Verhältnisse die Gleisanordnung nach Abb. 12 Bl. 19 ergibt.

Die von *a* eintreffenden umkehrenden Züge fahren auf Gleis II ein und von da, nachdem die Reisenden ausgestiegen sind, auf das Wendegleis 4. Die Maschine setzt durch das Rücklaufgleis 3 um und wieder vor den Zug. Zweckmäfsig ist aufserdem eine kleine Anlage zum Kohlen- und Wassernehmen für die Locomotiven. Die Gleisanordnung der Abb. 12 hat den Nachtheil, dafs Gleis 3 nur als Rücklaufgleis aber nicht zum Aufstellen von Wendezügen benutzt werden kann. Wenn schon die Kosten für zwei Gleise aufgewandt werden, sollte man auch die geringen Mehrkosten für einige Weichen nicht scheuen, die die Benutzung beider Gleise zum Aufstellen und Wenden von Zügen gestatten (Abb. 13 Bl. 19). Derartige Anlagen kommen besonders häufig im Stadt- und Vorortverkehr vor und können in diesem Falle noch etwas einfacher gestaltet werden, wenn der eingefahrene Zug nicht von seiner eigenen Zugmaschine, sondern von der Locomotive des vorigen Zuges zurückgefahren wird; ein Rücklaufgleis ist dann ganz entbehrlich, sodafs schon der Gleisplan nach Abb. 14 Bl. 19 genügt, wenn immer nur ein Zug wendet.

Auch der in Abb. 12 u. 13 Bl. 19 vorgesehene besondere Gleisstummel für die Maschinen kann entbehrt werden, wenn die Weichenverbindung 1 — 2 etwas länger ausgezogen wird.

Ist die Zahl der wendenden Züge gröfser und ihr Aufenthalt auf der Station länger, dient diese insbesondere zum Uebernachten von Zügen und Locomotiven, so mufs die Anzahl der Wendegleise und die Anlage für den Maschinendienst umfangreicher ausgestattet werden, jedoch wird man an der Lage zwischen den Hauptgleisen wenn möglich festhalten, wodurch etwa die in Abb. 15 Bl. 19 dargestellte Anordnung entsteht: hierbei ist auch ein Umordnen der Züge mit Hülfe des Ausziehgleises *z* und der Enden der Gleise 3a bis 5a möglich. Die gesamte Anlage gleicht in vielen Punkten einem zwischen den Hauptgleisen liegenden kleinen Abstellbahnhof einer Kopfstation.

Ganz ähnlich werden die Anlagen des Abstellbahnhofs zu gestalten sein, wenn wegen des starken Verkehrs die Bahnsteige und Hauptgleise vermehrt werden müssen. Abb. 16 Bl. 19 zeigt z. B. für eine sehr stark belastete Strecke die für den Personenverkehr nöthigen Gleisanlagen einer Zwischenstation, auf der viele Züge wenden und fünf Züge Nachts aufgestellt werden müssen: die weitergehenden Züge benutzen die Gleise I und IV, die wendenden fahren in der Regel auf Gleis II ein und aus diesem unmittelbar wieder aus, wobei der Zug von der auf Gleis 11 (oder 12) wartenden Maschine des vorigen Zuges übernommen wird; Gleis III wird zur Ein- und Ausfahrt der wendenden Züge benutzt, wenn Gleis II besetzt ist, und zur Einfahrt der endigenden Züge, die Gleise 5 bis 10 dienen zum Aufstellen von fünf Zügen in den Betriebspausen (Nachts), eins davon, in der Regel Gleis 10, wird als Durchlaufgleis benutzt. Wenn vorauszusehen ist, dafs der Verkehr in einigen Jahren eine Vermehrung der Abstellgleise erfordern wird, so wird man bei allen zwischen den Hauptgleisen liegenden Anlagen gleich von Anfang an sich den nöthigen Raum durch genügend weites Ausschwenken der Hauptgleise sichern. Bei Abb. 16 Bl. 19 können schlimmstenfalls auch die Hauptgleise II und III zum Aufstellen der Züge während der Nacht benutzt werden. Wenn in einem Zwischenbahnhof aus besonderen Verkehrs- und Betriebsrücksichten eine vom übrigen Güterverkehr getrennte und in der Nähe der Personengleise liegende Eilgutanlage erforderlich ist und die umkehrenden Züge einer gröfseren Umordnung zu unterwerfen sind, kann es zweckmäfsig sein, die Abstellgleise nicht zwischen, sondern neben die Hauptgleise zu legen. In Abb. 9 Bl. 19 ist der Gleisplan einer Zwischenstation mittleren Verkehrsumfanges dargestellt, wobei angenommen wurde, dafs Personenzüge von Schnellzügen überholt werden und aufserdem einige der von *a* kommenden Züge endigen. Die erforderlich werdenden vier Hauptgleise liegen an einem gemeinsamen Bahnsteig und werden bei Ueberholungen in folgender Weise benutzt:

Gleis I—Ia Einfahrt der Schnellzüge von *a*,
„ II „ „ Personenzüge „ *a*,
„ IV—IVa „ „ Schnellzüge „ *b*,
„ III „ „ Personenzüge „ *b*.

Die Weichen *e* und *a* dienen zum Ein- und Aussetzen der wendenden Züge, die Verbindung $x—x$ zum Verkehr zwischen Abstellbahnhof und Güterbahnhof (Locomotivschuppen).

Wenn ein Zwischenbahnhof gleichzeitig Endpunkt einer Zweigbahn ist, so werden für diese meist besondere Ein- und Ausfahrgleise vorgesehen; dasselbe ist der Fall, wenn die Station zwar nur einer durchgehenden Linie dient, für diese aber Endpunkt einer bestimmten Verkehrsart ist (z. B. Endstation des Vorortverkehres, wenn die Vorortzüge die Ferngleise mit benutzen), oder wenn in einiger Entfernung von der Station eine Nebenlinie abzweigt, deren Züge aber von dem Vereinigungspunkt bis zur Station die Gleise der Hauptlinie mit benutzen. Die Anordnung der Abstellgleise wird dann (Abb. 10 Bl. 19) der des vorigen Beispiels ähnlich.

In diesem Beispiel ist angenommen, dafs auf der Nebenbahn gemischte Züge verkehren, dafs ihr Güterverkehr in den hierfür bestimmten Anlagen der Hauptbahn mit abgewickelt wird, und dafs von der Nebenbahn zwar keine geschlossenen Personenzüge, wohl aber Curswagen auf die Hauptbahn übergehen. Die Weichenstrafse $x\div x$ dient zum Uebergang zwischen Haupt und Nebenbahn, die in den Hauptgleisen liegenden Kreuzungsweichen 1 und 2 zum Umsetzen von Curswagen und zum Verkehr der Eilgutwagen zwischen dem Eilgutschuppen und den Hauptgleisen I und II, die Gleise 10 und 11 zum Abstellen von Curs- und Eilgutwagen und zum Ordnen der in die Züge der Nebenbahn einzustellenden Güterwagen.

Der in Abb. 11 Bl. 19 dargestellte Bahnhof ist, wie der vorige, Durchgangsstation für eine Linie $a—b$ und Endpunkt für die Linie nach *c*. Im Gegensatz zu Abb. 10 Bl. 19 liegen aber die Abstellgleise nicht neben den Hauptgleisen, sondern in deren Verlängerung, sodafs die Züge von und nach *c* in den

Bahnsteiggleisen keinem Richtungswechsel unterworfen sind. Die Anordnung dürfte demnach bei stärkerem Verkehr der vorigen vorzuziehen sein. Der Güter-, Eilgut- und Curswagenverkehr wird in derselben Weise behandelt wie in Abb. 10.

Während in den vorstehenden Beispielen die Anlagen sich äufserst einfach gestalten, werden sie bei grofsen Knotenpunkten oft recht verwickelt. Besonders macht das Umsetzen der Curswagen auf derartigen Stationen zahlreiche oft in sehr unangenehmer Weise die Hauptgleise durchschneidende Weichenverbindungen nöthig, damit lange Wege, Sägebewegungen u. dergl. vermieden werden. Ist der Verkehr endigender und beginnender Züge nicht allzugrofs, so werden die in mäfsigen Grenzen zu haltenden Abstellbahnhöfe einschliefslich der Post- und Eilgutanlagen am zweckmäfsigsten zwischen den Hauptgleisen angeordnet, da bei dieser Lage die wenigsten und ungefährlichsten Kreuzungen mit den Hauptgleisen entstehen und die Verschiebebewegungen sehr einfach werden.

Abb. 2 Bl. 19 gibt die allgemeine Anordnung eines Kreuzungsbahnhofs für zwei Linien, der sowohl im Personen- wie im Verschiebebahnhof nach „Richtungen" betrieben wird (Inselbetrieb, Richtungsbetrieb).

Bei der Gleisentwicklung an beiden Bahnhofsenden sind Kreuzungen in Schienenhöhe vollständig vermieden und durch Brücken ersetzt, wobei die Anordnung so getroffen wurde, dafs möglichst wenig Brücken, besonders aber möglichst wenig dabei aber gut übersichtliche Stellwerkbezirke vorhanden sind. Die Hauptpersonengleise sind, um Ueberholungen von Personenzügen vornehmen zu können, verdoppelt und die Bahnsteige zwischen die beiden Gleise der gleichen Richtung gelegt, z. B. Bahnsteig I für die Richtung nach *c* Der Uebergang geschlossener Züge von einer Linie auf die andere, z. B. von *d* nach *a*, wird durch die an den Stellen *x* und *y* — also an der Einfahrt der Züge — liegenden Weichenverbindungen ermöglicht; diese Anordnung, bei der allerdings die einfahrenden Züge mehr Spitzweichen durchfahren müssen, hat den Vorzug, dafs die Abfahrt der Züge nach einer bestimmten Richtung immer von demselben Bahnsteig erfolgen kann, wodurch es den Reisenden bedeutend erleichtert wird, sich zurechtzufinden. Die Weichenverbindungen an der Ein- und Ausfahrt sind so getroffen (vgl. Abb. 1 Bl. 19), dafs alle Zug- und Verschiebebewegungen, die nach der Gesamtanordnung gleichzeitig möglich sind, sich nicht etwa durch ungenügende Durchbildung der Einzelanlagen (also der Weichenverbindungen) gegenseitig ausschliefsen; so ermöglicht z. B. die besondere Verbindung 2÷1 die Einfahrt von *d* nach I, wenn gleichzeitig ein Zug von *b* nach IV einfährt oder Verschiebebewegungen zwischen den Gleisen 2c, 3e und IV einerseits und den Gleisen 6d bis 8d anderseits vorgenommen werden; ferner ermöglicht die Verbindung 3÷4 die Einfahrt von *d* nach V, wenn gleichzeitig von *b* ein Zug nach VIII einfährt oder Verschiebebewegungen nach den Gleisen 6c, 7c und VIII vorgenommen werden.

Verbindungen der Hauptgleise mit dem Abstellbahnhof sind an beiden Enden der Bahnsteige vorgesehen. Die endigenden Züge gelangen durch die Weichenstrafsen 5÷6 und 7÷6 zu den Abstellgleisen 6b bis 12b. Curs-, Eilgut- und Postwagen, die weiterfahrenden Zügen beigestellt oder entnommen werden, sollen, wie in Abschnitt IA erwähnt, wenn möglich hinten angehängt oder abgehängt werden, was mit Hülfe der Weichenstrafsen 2÷8 und 7÷6 geschieht; die Curswagen werden, wenn sie nicht sofort in einen anderen Zug eingestellt werden, aus den Gleisen 2c, 3c, 6c, 7c, 11, 12, 15 und 16 abgestellt, auf denen auch Verstärkungswagen Platz finden. Zum Aufstellen von Post- und Eilgutwagen, die nicht sofort an die Ladestellen gebracht oder in die Züge eingestellt werden können, dienen die Gleise 7d, 8d, 10a und 11a, von denen je eins von den angekommenen, das andere von den abfahrenden Wagen benutzt wird. Müssen einzelne Wagen vorn dem Zuge beigestellt oder entnommen werden, so ist dies bei 10 mittels der Weichenstrafse 5÷6, bei *v* durch Gleis 21a und 22 bequem möglich, wobei die Gleise 2, 3, 6, 7, 11c, 12c, 15c, 16c und 17c als Abstellgleise für Curswagen und die Gleise 10a, 11a, 20 und 21 zum Aufstellen von Post- und Eilgutwagen benutzt werden. Als Wartegleise für Wechselmaschinen dienen die Gleise 2, 6, 11c und 17c; die Verbindung des Abstellbahnhofs mit dem Verschiebe- und Güterbahnhof ist durch Gleis 22 hergestellt, das wie aus Abb. 2 Bl. 19 hervorgeht, in die Gütereinfahrgleise von Osten mündet, von wo aus sämtliche Theile des Verschiebe- und Güterbahnhofs zugänglich sind.

Auf einen wichtigen Punkt sei noch besonders aufmerksam gemacht: bei dem gröfsten Theil aller Verschiebebewegungen befindet sich, wie sich dies aus der Lage der Aufstellgleise 6b bis 12b und des Hauptausziehgleises und aus der Anordnung der nach Osten zu stumpf endigenden Ladegleise für Post- und Eilgut ganz naturgemäfs ergibt, die Verschiebelocomotive stets am westlichen Ende der von ihr bewegten Wagen. Nur wenn an den Stellen *x* und *v* Verschiebebewegungen vorgenommen werden, und bei Ueberführungen nach dem Verschiebebahnhof steht die Maschine am östlichen Ende der von ihr bewegten Wagen, und daher müssen besondere Umlaufgleise vorhanden sein, die es der Verschiebelocomotive ermöglichen, vom westlichen zum östlichen Ende der betreffenden Wagengruppe zu gelangen; als solche dienen die Gleise 6d und 22a.

Wenn auf dem Bahnhof besondere Eilgüterzüge verkehren, so fahren sie im Gleis VIII bezw. X ein, ziehen nach Gleis 21a bezw. durch Gleis 6a nach dem westlichen Theile des Durchlaufgleises 9 vor, setzen die für die Station bestimmten Wagen auf Gleis 21 bezw. 10a ab und nehmen die auf Gleis 20 bezw. 11a bereitstehenden Wagen mit. Die Einfahrt von Eilgüterzügen auf den Hauptgleisen am Bahnsteig dürfte nur dann zu Unzuträglichkeiten führen, wenn sehr viele solcher Züge verkehren oder wenn der Aufenthalt sehr lange dauert. In diesen Fällen würde, gesetzt, dafs die Gesamtanordnung beibehalten wird, die Anlage besonderer Eilgüterzug-Gleise zwischen den Gleisen VIII und X zweckmäfsig sein.

Wenn in einem für mehrere Linien dienenden Zwischenbahnhof eine Anzahl Züge endigt, so kommt dies häufig in den Hauptgleisen in der Weise zum Ausdruck, dafs aufser den durchgehenden Gleisen eine Reihe Kopfgleise entweder nur an einem oder auch an beiden Bahnhofsenden angeordnet werden. So zeigt Abb. 19 Bl. 19 einen in einer Mittelstadt gelegenen Bahnhof für zwei Linien, auf denen nicht nur ein lebhafter Durchgangsverkehr (mit Ueberholungen und Curswagen-

Uebergang) statfindet, sondern auch ein Theil der Züge endigt und neu beginnt, bezw. den Bahnhof mit Richtungswechsel anläuft, also z. B. von Westen kommt und nach Westen weiterfährt. Für die Züge sind auf beiden Bahnhofsflügeln Kopfgleise angeordnet, was den Vorzug hat, dafs die Bahnsteiganlage einfach wird, denn mit Ausnahme der beiden äufseren durchgehenden Gleise sind sämtliche Hauptgleise von dem Inselbahnsteig unmittelbar zugänglich, wodurch das Zurechtfinden und der Umsteigeverkehr erleichtert wird. Auch die Lage der Wartesäle, die in dem Inselgebäude auf dem Hauptbahnsteig liegen, ist für viele Reisende günstig. Die Gesamtanordnung hat nur den grofsen Nachtheil, dafs ein Theil der Hauptgleise stumpf endigt, sodafs der Bahnhof also theilweise zum Kopfbahnhof mit allen den Mängeln wird, die dieser Form anhaften und die bereits früher erörtert sind. Besonders schwierig, zeitraubend und betriebsgefährlich wird bei dieser Anlage die Bedienung der westlichen Kopfgleise von den östlich gelegenen Abstellgleisen, da hierbei eine Berührung der durchgehenden Hauptgleise und das Schieben von Zügen nicht zu vermeiden ist, und aufserdem die Verschiebe- oder Zugmaschine vom östlichen zum westlichen Ende des Zuges umlaufen mufs. Im Betriebe wird es sich dabei vielfach als zweckmäfsig erweisen, auch die endigenden uud beginnenden Züge von und nach Westen in den durchgehenden Gleisen abzufertigen, soweit deren sonstige Belastung dies zuläfst, und die westlichen Kopfgleise nur zur Ein- und Ausfahrt von Pendelzügen, die keiner Umordnung bedürfen, und zum Aufstellen dieser Züge auch auf längere Zeit zu benutzen, ferner auch zur Ein- und Ausfahrt der den Bahnhof mit Richtungswechsel anlaufenden Züge.

Bezüglich des Eilgutverkehrs ist angenommen, dafs dieser zum gröfsten Theil durch Eilgüterzüge bewirkt und im Güterbahnhof abgewickelt wird, wo auch die mit Personenzügen beförderten Eilgutwagen abgefertigt werden. Ist bei einzelnen Eilgutsendungen eine sehr beschleunigte Entladung nothwendig, so kann hierfür aufser der Abfertigung am Bahnsteig, die in Abb. 19 Bl. 19 dargestellte Anlage in Frage kommen, bei der ein im Abstellbahnhof gelgener Ladesteig (überdachte Rampe) durch einen Aufzug und Tunnel mit einem von der Strafse aus zugänglichen Schuppen verbunden ist. Die Mehrkosten, die durch die Anlage des Tunnels und den Betrieb des Aufzuges entstehen, werden sich häufig dadurch rechtfertigen lassen, dafs die Einführung einer Ladestrafse in den Abstellbahnhof vermieden wird. — Die Post soll im allgemeinen vom Bahnsteig aus abgefertigt werden, jedoch können auch einzelne Postwagen an einem der zwischen den Hauptgleisen liegenden Stumpfgleise, soweit diese mit Bahnsteigkante versehen sind, ent- und beladen werden.

Die Abb. 5 Bl. 17 zeigt den neuen Personen-Hauptbahnhof Dresden-Altstadt mit dem anschliefsenden Abstellbahnhof.[19]) In Dresden münden von Norden die Linien von Leipzig, Berlin und Görlitz, die sich in dem Bahnhof Dresden-Neustadt vereinigen und von dort mittels einer viergleisigen Stadtbahn, von der zwei Gleise dem Personen-, die beiden anderen dem Güterverkehr dienen, in den Hauptbahnhof Dresden-Altstadt eingeführt werden. In diesen mündet aufserdem von Südosten die Linie von Bodenbach und von Südwesten die Eisenbahn von Reichenbach — Chemnitz. Durchgehende Züge verkehren auf den Linien Berlin (Leipzig) — Dresden — Bodenbach und Görlitz — Dresden — Reichenbach; bei letzteren findet also in Dresden Richtungswechsel statt. Aufserdem ist ein sehr lebhafter Curswagenverkehr zu bewältigen. Für die überwiegende Mehrzahl der Züge, besonders auch die zahlreichen Vorort- und Sonderzüge, ist Dresden-Altstadt aber Anfangs- und Endpunkt.

19) Da die Gleislängen gegen die Gleisbreiten stark verkürzt sind und der Abstellbahnhof ungefähr in einem rechten Winkel zum Personenbahnhof liegt, auch zahlreiche Ueberführungen vorhanden sind, war die Anfertigung einer genau mafsstäblichen (wenn auch verzerrten) Abbildung nicht möglich. Vgl. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1898 und Civilingenieur 1895.

Die durchgehenden nach Richtungen betriebenen Gleise dienen dem Verkehr Berlin (Leipzig) — Dresden — Bodenbach, dazwischen liegen an beiden Bahnhofsflügeln Kopfgleise für die beginnenden, endenden und wendenden Züge.

Der Abstellbahnhof lehnt sich an die Linie nach Chemnitz an, die ihn von dem Güterbahnhof Dresden-Altstadt trennt. Er besteht zunächst aus den vier Gruppen I bis IV, von denen die drei ersten zum Aufstellen der Züge, die Gruppe IV hauptsächlich zum Aufstellen der selten benutzten Wagen dient. Die Verschiebebewegungen werden von den beiden am Südende des Bahnhofes neben den Locomotivschuppen gelegenen Ausziehgleisen aus vorgenommen. An der östlichen Seite des Bahnhofes liegen die sehr leistungsfähigen Post- und Eilgutanlagen, bei denen von sägeförmigen Ladesteigen in weitgehendster Weise Gebrauch gemacht wurde. Wagenschuppen und besondere Ordnungsgleise fehlen. Zur Verbindung mit dem Personenbahnhof dienen mehrere Gleise, bei deren Linienführung Kreuzungen in Schienenhöhe mit Hauptgleisen vermieden sind. Durch Güterbahnhof Altstadt ist der Abstellbahnhof mit allen übrigen Güterbahnhöfen und dem Verschiebebahnhof Dresden-Friedrichstadt verbunden.

Der in dem Beispiel nach Abb. 19 Bl. 19 zu Tage getretene Mangel, dafs die westlichen Kopfgleise von dem östlich gelegenen Abstellbahnhof aus nur sehr schwer zu bedienen sind, legt den Gedanken nahe, zwei getrennte Abstellbahnhöfe, einen im Osten, den anderen im Westen anzulegen, von denen jeder für die auf seiner Seite liegenden Kopfgleise bestimmt ist (Abb. 17 Bl. 19). Verkehren dann aufserdem noch auf den durchgehenden Gleisen Züge, die in der Station endigen, so werden die Züge von und nach Westen auf dem Abstellbahnhof Ost, die von und nach Osten auf dem Abstellbahnhof West zu behandeln sein, damit sie auf den durchgehenden Hauptgleisen nicht Kopf zu machen brauchen.

Eine wesentliche Verbesserung würde noch zu erzielen sein, wenn die Kopfgleise, die den Betrieb so sehr gefährden und verlangsamen, ganz verschwänden und statt ihrer einige durchgehende Gleise mehr angeordnet würden (die aber, da der Aufenthalt der Züge in ihnen viel kürzer ist, bei weitem nicht so zahlreich zu sein brauchen wie die Kopfgleise), sodafs also die Gesamtanordnung nach Abb. 18 Bl. 19 entsteht. Die grofse Leistungsfähigkeit und die günstigen Betriebsverhältnisse einer derartigen Anlage liegen klar zu Tage, jedoch ist die Herstellung zweier vollkommen getrennten selbständigen Abstellbahnhöfe nur bei sehr starkem Verkehr gerechtfertigt.

Es sei angenommen, dafs nach Abb. 8 Bl. 19 in einem in einer grofsen Stadt gelegenen Bahnhofe von Westen drei Linien *a*, *b* und *c* und von Osten zwei Linien *d* und *e* mün-

den, die sich aufserhalb noch in die Linien d_1, d_2, e_1 und e_2 gabeln; der Verkehr von und nach Osten ist stärker als der von und nach Westen.

In dem Personenbahnhof liegen die Gleise gleicher Fahrrichtung zusammen (Richtungsbetrieb). Da in einem derartigen Bahnhofe immer mit Ueberholungen von Personenzügen durch Schnellzüge zu rechnen ist und aufserdem ein Theil der Züge zum Umsetzen von Curswagen und Abwarten von Anschlüssen längere Zeit am Bahnsteig stehen mufs, sind die Hauptgleise derart vermehrt worden, dafs gleichzeitig zwölf Züge aufgestellt werden können. Um hierbei nicht zu viele Bahnsteige und zu grofse Breite zu erhalten, bekommen die sechs Hauptgleise doppelte Zuglänge und sind unter Verwendung von „Umfahrgleisen" so unter einander verbunden, dafs die Bewegungen von zwei dasselbe Gleis benutzenden Zügen sich gegenseitig möglichst wenig stören. Durch diese Anlage wird, abgesehen von der Ersparnifs an Baukosten und Beamten, auch der Umsteigeverkehr, das Umladen von Post und Gepäck und das Umsetzen von Curswagen sehr erleichtert.

Die beiden Abstellbahnhöfe Ost und West sind mit dem Personenbahnhof durch zwei Gleise verbunden, von denen das eine für die Fahrt zum, das andere für die Fahrt vom Abstellbahnhof dient. Die Verbindungsgleise liegen, wie sich dies aus der Natur der ganzen Anlage ergibt, immer neben den Hauptgleisen, mit denen sie gleiche Fahrrichtung haben, und sind unter Vermeidung aller Kreuzungen in Schienenhöhe angelegt; die Ueberführungen geschehen, da, wie bereits erläutert, der Personenbahnhof vollkommen zu einer Zwischenstation ausgebildet ist, sämtlich durch die Zuglocomotiven.

Der Abstellbahnhof West besteht aus der Hauptgruppe a_1 mit den Ordnungsgleisen b und dem Hauptausziehgleis, neben ihr ist eine kleinere, aber später zu erweiternde Gruppe a_2 vorgesehen, die hauptsächlich die Züge, die keiner wesentlichen Umänderung bedürfen, aufnehmen soll. Von dem Hauptausziehgleis aus sind der Wagenschuppen und die Gleise für angekommene und abgehende Post- und Eilgutwagen sowie die Gleise vom und zum Güterbahnhof unmittelbar zugänglich. Die beiden zuletzt genannten Gruppen stehen mit dem Güter- und Verschiebebahnhof in bequemer Verbindung, der Verkehr der Wagen in den umfangreichen Eilgut- und Postanlagen wird durch ein besonderes Ausziehgleis bewirkt. Die Aufstellgleise für selten benutzte Wagen liegen hinter den Locomotivschuppen und sind mit dem Hauptausziehgleis durch ein besonderes Gleis verbunden, das bei seiner grofsen Länge als Ausziehgleis dienen kann; auferdem sind an die Gruppe a_2 noch einige Stumpfgleise für selten benutzte Wagen angeschlossen, ebenso an die Gruppe a_1 in der Nähe der Ordnungsgleise b zwei Gleise für häufiger gebrauchte Verstärkungswagen. Der Bahnhof ist in vier von einander unabhängige Verschiebegruppen getheilt: Gruppe a_1, Gruppe a_2, Gruppe i, Post- und Eilgut, sodafs bei starkem Verkehr vier Verschiebelocomotiven auf ihm arbeiten können, ohne sich gegenseitig zu stören. Bezüglich der Locomotivschuppenanlage sei noch bemerkt, dafs die verschiedene Höhenlage von Hauptgleisen und Abstellbahnhof dazu ausgenutzt wurde, um die Kohlengleise höher zu legen als die Maschinengleise, sodafs die Kohlenversorgung der Locomotiven von der höher gelegenen Stelle aus unmittelbar über Kohlenrutschen erfolgen kann.

Der Abstellbahnhof Ost, der nicht so umfangreich zu sein brauchte, wie der Abstellbahnhof West, da der Verkehr nach Westen schwächer ist als der nach Osten, mufste nach der ganzen Geländegestaltung möglichst dicht an den Personenbahnhof herangeschoben werden, und es war dadurch, wenn Schienenkreuzungen vermieden werden sollten, die unmittelbare Einfahrt der vom Personenbahnhof kommenden Züge in die Aufstellgleise a unmöglich. Das Verbindungsgleis Personenbahnhof — Abstellbahnhof mündet daher in das Hauptausziehgleis, neben dem noch einige Gleise angeordnet sind, um die Einfahrt der Züge zu ermöglichen, wenn das Ausziehgleis besetzt ist. Der Eilgutverkehr soll im wesentlichen in dem bequem zu erreichenden Ortsgüterbahnhof Ost abgewickelt werden, und es ist daher nur eine Rampe vorgesehen, die hauptsächlich dem Verkehr mit Lebensmitteln (Milch, Fische) dienen soll. Für den Postverkehr sind auch im Abstellbahnhof Ost Ladestellen angeordnet, wenn auch nicht zu verkennen ist, dafs es für die Postverwaltung billiger wäre, den gesamten Postverkehr auf einem Abstellbahnhof abzuwickeln; doch würden dadurch eine grofse Menge von Ueberführungsfahrten einzelner Postwagen und viele Verschiebebewegungen in den Bahnsteiggleisen erforderlich werden, die auch viel Geld kosten. Die Gleise für selten benutzte Wagen konnten bei dem zur Verfügung stehenden Raum nicht so zahlreich angeordnet werden, wie es wohl wünschenswerth gewesen wäre; es mufs daher der Abstellbahnhof West (oder auch der Ortsgüterbahnhof Ost) bei starkem Verkehr aushelfen. Ueberhaupt müssen die beiden Abstellbahnhöfe sich gegenseitig Hülfe leisten, wenn einer von ihnen besonders stark beansprucht wird.

Der Bau des Dortmund-Ems-Canals.

(Mit Abbildungen auf Blatt 35 bis 37 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

e) Fufsweg-, Leinpfad- und sonstige Brücken.

Als selbständige Bauwerke sind sechs Fufswegbrücken über den Canal ausgeführt, wovon drei nach demselben Muster 31 m Lichtweite und 2,40 m Hauptträgerabstand bei 1,50 oder 1,80 m Gehwegbreite haben. Zwei von diesen Brücken in Kil. 1,88 des Zweigcanals nach Herne und in Kil. 81,17 haben 1 : 10 geneigte Rampen, die dritte in Kil. 44,50 wegen der hart neben dem Canal liegenden Wege Treppenanlagen erhalten. Die Gehbahn besteht bei dem Musterentwurf aus 5 cm starkem Bohlenbelag auf hölzernen Zwischenlängsträgern. Die Hauptträger sind Trapezträger mit 0,30 m Stich im Untergurt und 2,40 m Höhe im mittleren Theil; sie weisen eintheiligen Gurtquerschnitt, stark gespreizte Verticalen und Querträger aus Gitterwerk auf, die mit hohen

Eckblechen angeschlossen sind und die Querversteifung der Brücke bilden. Vgl. den Querschnitt der Brücke in Kil. 81,17 in Abb. 5 Bl. 35. Als Verkehrslast ist Menschengedränge von 300 kg/qm angenommen. Das Flufseisengewicht einer solchen Brücke beläuft sich auf 14 t, und die Gesamtkosten haben durchschnittlich 10500 ℳ betragen.

In ähnlicher Weise ist die 2 m breite Fufsgängerbrücke über den Schleusencanal bei Lathen in Kil. 194,13 durchgebildet (Abb. 7 u. 8 Bl. 35). Die Hauptträger sind hier Parallelträger mit eintheiligem Netzwerk und nach einem Kreisbogen gekrümmten Gurtungen, die der Brücke ein leichtes und gefälliges Aussehen verleihen. Die Querträger sind an Hülfsverticalen angeschlossen, die von den unteren Knotenpunkten ausgehen und die Feldweite von 3,15 im Obergurt zur Sicherung gegen Einknicken verringern. — Um mit der Lichtweite der Brücke von 34,15 m zwischen den aufgehenden Pfeilerfluchten auszukommen, sind die Böschungen hier zwar auch nach den Musterentwürfen eingezogen und der Leinpfad auf 2 m eingeschränkt, doch sind die Anschlüsse an die Rampen oder, da der Canal hier in einem über 5 m tiefen Einschnitt liegt, an die Einschnittböschungen durch zwei Gewölbeöffnungen von 5 m Weite mit sogen. verlorenem Widerlager vermittelt, durch die zugleich die beiderseitigen Entwässerungsgräben hindurchgeführt werden und wodurch auch eine bessere Uebersichtlichkeit gewahrt wird. Die hier gleichzeitig als Geländer dienenden Hauptträger sind mit fünf Drähten von 1 cm Stärke und mit Spannvorrichtung in den inneren Schenkeln der Verticalen-Winkeleisen durchzogen. Der Ueberbau erforderte 13,16 t Flufseisen und 0,27 t Gufseisen- und Stahltheile; die Brücke ist im Jahre 1893 in wenigen Monaten fertiggestellt und kostete 10414 ℳ.

Das Bestreben, die Uebersichtlichkeit vom Leinpfad aus zu erhöhen und an Kosten für die Widerlager und die Grabendurchlässe zugleich zu sparen, hat bei der über den Schleusencanal bei Hüntel in Kil. 173,69 erbauten Fufsgängerbrücke von 2 m Breite dahin geführt, statt der gewölbten Nebenöffnungen die Hauptträger zu verlängern und als durchgehende Gelenkträger in Hängebrückenform auszubilden (Abb. 9 u. 10 Bl. 35). Die 4,80 m über Gelände hohen Rampen sind mit vollständigen Rampenkegeln geschüttet, in welchen die mit Ankern an die Enden der durchgehenden Träger angehängten Widerlager stecken. Die Stützweiten betragen 12, 40 und 12 m und die Länge des eingehängten Mittelträgers 24 m; die Trägerhöhen über den Mittelpfeilern 3,60 m, an den Enden und im Mittelträger 1,80 m. Aehnlich wie bei der Tunxdorfer Brücke besteht die Fufswegbahn in der mittleren Oeffnung aus einfachem Bohlenbelag, in der Seitenöffnung zur Verminderung des negativen Auflagerdrucks am Ende aus Beton mit Klinkerrand auf Belageisen. Doch reichte die Länge der Seitenöffnungen hier nicht aus, um unter Zugrundelegung eines Menschengedränges von 300 kg/qm die Verankerung ganz vermeiden zu können. Ueber den Mittelpfeilern sind gespreizte Portale angeordnet, die eine Durchgangshöhe von 2,50 m im lichten freilassen und die im Abstande von 2,16 m liegenden Hauptträger, gewissermafsen wie eingehängt zwischen den 4,16 m von einander entfernten Lagern, tragen. Der im Untergurt liegende Windverband ist gegen diese Lager durch wagerechte Streben abgesteift. Das eine Endauflager ist fest, das andere wirkt als Gleitlager. Beide Mittelauflager sind auf Rollen beweglich und der Mittelträger an Blattfedern aus weichem Stahl zwischen der getheilten Verticalen am Stofs eingehängt. Sowohl zur seitlichen Aussteifung, als auch zur Sicherheit für die Uebertragung des Stützendrucks bei einem Bruch der 150 × 12 mm starken Feder (zu übertragende Last = 6 t) greifen vom Mittelträger am Obergurt noch Blechstücke in der Achsenebene des Hauptträgers in den Schlitz der Endverticalen des Kragarmes hinein. Im Untergurt liegt am Stofs ein federndes Knotenblech für den Windverband, sodafs dieser ununterbrochen durchgeführt werden konnte. Da das Grundwasser an der Baustelle bereits 1 m unter Gelände, d. h. auf + 11,40 NN. angetroffen wurde, ist die Gründung der Mittelpfeiler auf gemauerten Brunnen bis zur Tiefe der Canalsohle + 7,90 NN. in den leichten Sandboden hinein erfolgt. Die Brunnen tragen Einzelpfeiler, die erst unter dem eisernen Ueberbau durch einen Bogen verbunden und miteinander kräftig verankert sind. Die Baukosten dieses Brückensteges haben 10902 ℳ betragen.

Abb. 99. Processionswegbrücke bei Münster. Querschnitt in der Brückenmitte.

Die 3 Meter breite Processionswegbrücke b. Münster in Kil. 70,08 ist, da der Weg den Canal schräg unter 61° schneidet, mit vergröfserter Stützweite von 38,34 m hergestellt, um den Ueberbau — hochliegende Zweigelenkbogenträger mit Zugband und angehängter Gehbahn — rechtwinklig abschliefsen zu können. Die Gehbahn besteht aus Asphalt-Beton auf Belageisen. Die Gründung der Pfeiler ist wie bei der daneben liegenden Warendorfer Chausseebrücke auf Beton zwischen Spundwänden im Fliefssand erfolgt. Text-Abb. 99 gibt einen Querschnitt, Abb. 6 Bl. 35 eine Ansicht der Brücke.

Aus der nicht unerheblichen Zahl von Leinpfad- oder Wegebrücken über seitliche Gewässer sind auf Bl. 22 noch zwei eigenartige Bauwerke dargestellt. Die 3 m breite Ahebrücke (Abb. 17 bis 19 Bl. 22) im Zuge des Weges von Gleesen nach Bramsche hat eine Mittelöffnung von 23,12 m Lichtweite und zwei Seitenöffnungen von je 7,10 m. Die als Parallelträger gestalteten 38,59 m langen Hauptträger haben 24,97 m Stützweite, ragen also um 6,81 m in die Seitenöffnungen über. Es verbleibt demnach auf jeder Seite eine Länge von 1,68 m, welche durch hölzerne Schleppträger überbrückt wird. Auf diese Weise sind eigentliche Landwiderlager ganz erspart und nur kleine Auflagermauern für

die Schleppträger eingebaut. Die Mittelpfeiler bestehen aus je zwei massiven Einzelbrunnen von 2 m äufserem Durchmesser im Mittel, die im Abstand von 3,36 m abgesenkt sind. Die Kosten dieser Brücke belaufen sich auf rund 17000 *M*, wovon 8800 *M* auf den 20,5 t schweren Ueberbau mit dem doppelten Bohlenbelag entfallen.

Die Abb. 1 bis 5 Bl. 22 zeigen eine Krahndrehbrücke, vermittelst welcher der linksseitige Leinpfad über das an der Schleuse bei Münster gelegene Trockendock geführt wird. Vgl. den Lageplan Text-Abb. 53 S. 439 Jahrg. 1901. Die im ganzen 9,7 m weite und 1,50 m breite Brücke ist mit einer gufseisernen Drehsäule, ähnlich der Wendesäule von Schleusenthoren, in Verbindung gesetzt und wird mit Hülfe eines Zahnsegments durch ein doppeltes Vorgelege und Stockschlüssel bewegt. Die Drehsäule liegt 0,85 m hinter der Mauerflucht zurück, sodafs nach Drehung um 90° die ganze Weite des Hauptes mit 8,60 m frei gemacht wird. Das freie Ende ruht auf einem nachstellbaren Keillager, welches mit einer Verrieglung versehen ist. Die Oberkante des Bohlenbelags der Brücke liegt in Höhe der Schleusenplattform, d. h. 0,50 m über dem angespannten Wasserspiegel. Da die Krahndrehbrücke zugleich als oberer Stützträger für den wie bei den Schleusen aus Nadeln gebildeten Nothabschlufs des Trockendocks dient, ist das Geländer auf der Aufsenseite abnehmbar, um die Nadeln bequem einsetzen zu können. Die Kosten dieses Brückensteges haben 2512 *M* betragen, ausschliefslich des die vordere Einfahrt des Dockes vor der Thorkammer bildenden Mauerwerks.

H. Das Pumpwerk an der Lippe.

Zur Speisung des Canals ist, wie im Abschnitt II. E entwickelt wurde, eine secundliche Wassermenge von 1,712 cbm aus der Lippe zu entnehmen. Mit Rücksicht auf gelegentlichen stärkeren Bedarf ist die Leistungsfähigkeit des Pumpwerks indessen auf die doppelte Menge, also auf 3,4 cbm/sec bemessen. Das Pumpwerk liegt nach dem Lageplan Text-Abb. 100 unmittelbar am Lippe-Brückencanal. An dieser Stelle liegt das Mittelwasser der Lippe auf + 40,16, das niedrigste Niedrigwasser auf + 38,98 und das höchste Hochwasser auf + 45,80 N. N., während der Normalspiegel der Haupthaltung des Canals auf + 56,00 N. N. und der aufgestaute Spiegel 0,50 m darüber liegt. Die mittlere Hubhöhe beträgt demnach etwa 16 m, die gröfste annähernd 17,50 m.

Das in den Abb. 1 bis 4 Bl. 35 dargestellte Pumpwerk besteht im wesentlichen aus dem Zuführungscanal, dem Maschinen- und Kesselhause und der Saug- und Druckrohrleitung. Hierzu kommen noch der Kohlenhafen und Lagerplatz und die Anlagen zur Entwässerung des Pumpwerks und zur Entlastung des Canals.

a) Der Zuführungscanal ist ein offener aus der Lippe abzweigender Graben, der durch geneigte Ufermauern eingefafst und vor dem Maschinenhause beckenartig erweitert ist. Um eine Vermehrung des Spiegelgefälles zu vermeiden, ist das Maschinenhaus thunlichst nahe an die Lippe gelegt; auch hat der Zubringer einen reichlich grofsen Querschnitt erhalten. Die 5,50 m breite Sohle ist noch 0,30 m unter die durch Baggerung vertiefte Flufssohle gelegt. Der am Lippeufer entlang führende Leinpfad ist mit einer 2,60 m breiten Blechträgerbrücke mit Bohlenbelag über den Zuführungscanal geführt.

b) Das Maschinenhaus enthält drei Kreiselpumpen von je 0,86 cbm mittlerer und 1,15 cbm höchster Leistung. Zur Deckung des normalen Wasserbedarfs von 1,712 cbm genügen mithin zwei Pumpen, während für die als äufserste Leistung bezeichnete doppelte Wassermenge alle drei Pumpen mit entsprechend gesteigerter Umdrehungsgeschwindigkeit in Thätigkeit treten müssen. Der Durchmesser der gufseisernen Flügelräder beträgt 2,80 m. Die 4,50 m hohen mit abnehmbaren Deckeln versehenen Gehäuse haben beiderseits Einströmungsöffnungen. Die Einströmungsrohre vereinigen sich unterhalb des Gehäuses zu 0,75 m weiten Saugrohren, welche in das Grundbetonbett eingelegt sind und in den Zuführungscanal ausmünden. Die Mündungen der Saugrohre sind zum Abhalten schwimmender Körper und zum Schutze des Fischbestandes durch Gitter geschlossen. Auch ist vor ihnen, um

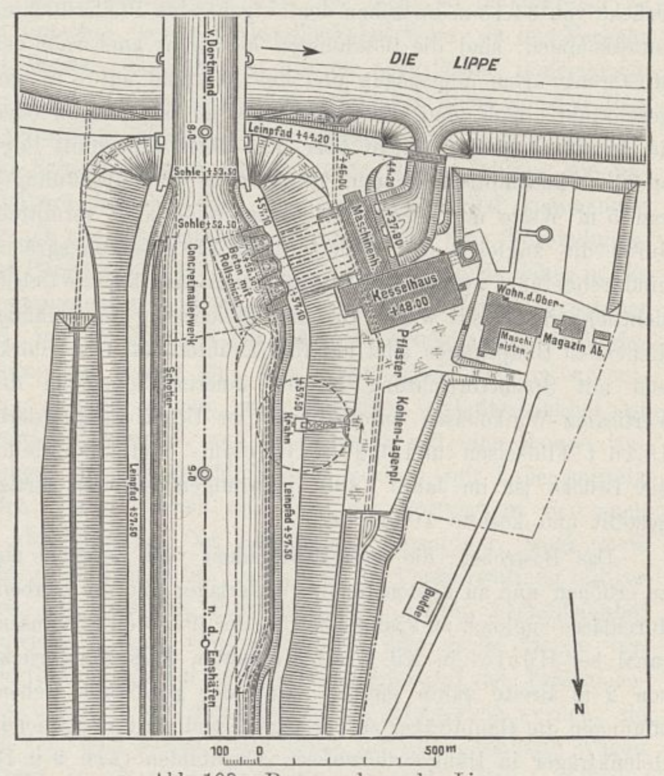


Abb. 100. Pumpwerk an der Lippe.

bei niedrigem Wasserstande in der Lippe ein Ansaugen von Luft zu verhindern, eine Decke aus Eichenbohlen angeordnet. Die Kreiselpumpen haben vor anderen Pumpenarten den Vorzug hauptsächlich deshalb erhalten, weil sie durch das sinkstoffhaltige Wasser nur wenig abgenutzt werden und ihre Leistung dem Bedarf entsprechend, in einfachster Weise durch Vermehrung der Umdrehungsgeschwindigkeit gesteigert werden kann.

Das Ansaugen der Kreisel, welche vor der Inbetriebsetzung durch Wasserschieber von den Druckrohren abgeschlossen sind, erfolgt durch Dampfstrahlpumpen, die das Wasser aus dem Zubringer bis zur Oberkante der Gehäuse ansaugen. Der Mittelpunkt der Kreisel liegt auf + 44,48 N. N.; die gröfste Saughöhe beträgt daher 5,50 m und die gröfste Druckhöhe 12 m. Der Antrieb der Pumpen geschieht durch stehende Verbundmaschinen mit übereinander angeordneten Cylindern. Der Durchmesser des Hochdruckcylinders beträgt 650 mm, der des Niederdruckcylinders 990 mm und der gemeinsame Hub 500 mm. Die Kurbelwelle ist mit der Flügelradwelle durch eine Schraubenkupplung unmittelbar ver-

bunden. Die Maschinen sind mit Einspritz-Condensation versehen; die Luftpumpe ist stehend angeordnet und wird mittels Schwinghebels vom Kreuzkopf angetrieben. Die Dampfcylinder werden durch Kolbenschieber gesteuert; der Hochdruckcylinder hat veränderliche Füllung. Die Zahl der Umdrehungen in der Minute ist 125 bis 135, je nach der geforderten Leistung. Bei einem angestellten Versuche, wo die Hubhöhe 15,70 m betrug, ergab sich, dafs die Pumpen bei 123 Umdrehungen der Kreisel in der Minute 0,93 und bei 126 Umdrehungen 1,12 cbm Wasser lieferten. Die Leistung der Maschinen betrug 340 angez. PS, die Nutzleistung 64 v.H. und der Kohlenverbrauch 1,3 kg für die angezeigte Pferdestärke, wobei jedoch zu bemerken ist, dafs nur Kohle von geringer Güte zur Verfügung stand. Das gebrauchte Maschinenöl wird in eisernen Behältern, welche unterhalb des Fufsbodens angebracht sind, aufgefangen und zur Wiederverwendung mittels Druckluft nach dem im Kesselhause befindlichen Oelreiniger geschafft. Ein von Hand beweglicher Laufkrahn von 10 t Tragfähigkeit dient zur Bewegung der schweren Maschinentheile bei Ausbesserungen.

Das Maschinenhaus ist in Ziegelrohbau aufgeführt unter theilweiser Verwendung von Werksteinen aus Ruhrkohlensandstein oder Basaltlava. Der eiserne Dachstuhl trägt Schieferdeckung auf gespundeter Schalung und doppelter Pappunterlage. Der Fufsboden besteht aus Mettlacher Platten; die inneren Seiten der Umfassungsmauern sind bis zur Höhe von 2 m mit Kacheln bekleidet. Um ein Eindringen des bis 1,80 m über den Fufsboden steigenden Hochwassers zu verhüten, liegen Fenster und Thüren mindestens in einer Höhe von 2 m. Eindringendes Sickerwasser wird erforderlichenfalls durch eine Dampfstrahlpumpe in den allgemeinen Entwässerungscanal gehoben oder fliefst bei niedrigen Lippewasserständen von selbst ab. Zur Lüftung dient aufser drei im Dachreiter angeordneten Klappen ein elektrisch betriebener Ventilator. Die Beleuchtung wird durch elektrische Bogen- und Glühlampen bewirkt.

c) Die Kesselanlage besteht aus fünf Wasserröhrenkesseln der Actiengesellschaft Hohenzollern in Düsseldorf, jeder von 200 qm Heizfläche und 9 Atm. Ueberdruck. Jeder Kessel hat 4,30 qm Rostfläche und drei Feuerrohre. Die Zugregelung erfolgt durch Drosselklappen, welche zwischen Kessel und Fuchs angebracht sind und vom Heizerstande aus bedient werden. Zur Speisung der Kessel dienen zwei im Nebenraum befindliche Dampfspeisepumpen und zwei Injectoren, welche das Speisewasser aus einem im Anbau befindlichen Behälter entnehmen. Die Füllung dieses Behälters erfolgt aus dem nebenan befindlichen Wasserreiniger, welchem das Condensationswasser durch Dampfstrahlpumpen mittels einer an sämtliche Ausgufsrohre der Luftpumpen angeschlossenen Leitung und die Kalk- und Sodamischung aus einem mit Handrührwerk versehenen Mischbottich zugeführt wird. Der Zusatz der Mischung zum Wasser geschieht selbstthätig durch ein von dem zufliefsenden Wasser bewegtes Kippgefäfs. Die niedergeschlagenen Stoffe sammeln sich im unteren kegelförmigen Theile des Wasserreinigers und werden von hier durch Dampfstrahlpumpen nach dem Entwässerungscanal geschafft. Für den Fall, dafs der Reiniger wegen Stillstandes der Maschine aufser Betrieb ist, ist dadurch eine Hülfsspeisung geschaffen, dafs mittels einer Rohrverbindung vom Druckrohr der nächsten Pumpe das Speisewasserbecken mit Canalwasser gefüllt werden kann.

Der in den Kesseln erzeugte Dampf wird zunächst nach einem gemeinsamen Dampfsammler und von hier aus den Maschinen im Pumpenhause und den zahlreichen Strahlpumpen zugeführt. Die im Nebenraum des Kesselhauses befindliche elektrische Betriebs- und Kraftanlage besteht aus einer Dynamomaschine, die durch eine sechspferdige Dampfmaschine betrieben wird und bei 110 Volt Spannung 36,5 Ampère Stromstärke erzeugt. Durch den erzeugten Strom werden die Bogen- und Glühlampen gespeist und der Ventilator des Maschinenhauses sowie der zum Kohlenlöschen dienende Krahn betrieben. Eine Sammlerbatterie von 67 Elementen, welche in dem neben dem Beamtenwohnhause belegenen Magazingebäude aufgestellt ist, dient zur Stromabgabe während des Stillstandes der Dynamomaschine und zur Verstärkung des von letzterer gelieferten Stromes für plötzliche gröfsere Kraftleistungen, z. B. beim Anziehen des Kohlenkrahns.

Das Kesselhaus ist in derselben Weise ausgeführt wie das Maschinenhaus. Der aus einer Klinkerflachschicht auf Ziegelflachschicht hergestellte Fufsboden liegt mit Rücksicht auf die hochwasserfreie Lage der Feuerzüge unter den Kesseln 4 m über dem Fufsboden des Maschinenhauses. Neben dem westlichen Giebel des Kesselhauses erhebt sich der 45 m über dem Fufsboden des Kesselhauses hohe, an der Mündung 2,5 m weite Schornstein. Er ist mit verzinkten Eisenbändern gebunden und mit einem inneren, 15 m hohen Wärmeschutzmantel aus in Lehm versetzten Ziegeln versehen. Die Luftschicht zwischen dem Schutzmantel und dem Mauerwerk steht durch Canäle mit der Aufsenluft in Verbindung.

d) Die Druckrohrleitung ist, um etwaige Undichtigkeiten, welche den Canaldamm gefährden könnten, sofort erkennen und beseitigen zu können, in gemauerten begehbaren Tunneln angeordnet. Die 0,75 m weiten gufseisernen Rohre ziehen sich bis unter die Krone des Dammes wagerecht hin und steigen alsdann senkrecht auf. Um Wärmeausdehnungen zu gestatten, sind sie auf Rollen gelagert und an der Maschinenhauswand mit Stopfbüchsen versehen. Zur Milderung der Einströmungsgeschwindigkeit sind am oberen Ende der Steigrohre Wasserkammern angeordnet, in denen der 3,50 m unter dem normalen Canalspiegel eintretende Wasserstrahl gebrochen und durch grofse Schützöffnungen mit geringer Geschwindigkeit in den Canal geführt wird. Jede der drei Wasserkammern hat drei Schützöffnungen von 1,25 m Höhe und 1,74 m Breite, sodafs dem Druckrohrquerschnitt von 0,44 ein Querschnitt der Schützöffnungen von 6,50 qm gegenübersteht und sich bei der gröfsten Leistung eine Einströmungsgeschwindigkeit von nur 1,2 : 6,50 = 0,18 m ergibt. Da sich diese im freien Canal noch weiter vermindert, ist eine Störung der Schiffahrt ausgeschlossen.

Die Anordnung der Wasserkammern ergibt sich aus den Abb. 1 und 2 Bl. 35. Zum Verschlufs der Schützöffnungen sind Klappschützen gewählt, die sich beim Angehen der Pumpen von selbst öffnen, sofern das Hochziehen derselben mittels der durch Stockschlüssel zu bewegenden Winden einmal versäumt sein sollte. Mit Wasserschiebern verschliefsbare, über dem mittelsten Schütz jeder Wasserkammer angebrachte Rohrstutzen ermöglichen die Füllung der Wasser-

kammern vor dem Hochziehen der Klappschützen, da letztere gegen den hohen Wasserdruck nicht gehoben werden können.

Die Druckrohröffnungen sind in der Sohle der Wasserkammern ebenfalls mit Klappen versehen, die sich selbstthätig beim Angehen der Pumpen öffnen und am Schlufs des Pumpens oder bei Eintritt eines Druckrohrbruches ebenso wieder schliefsen. Eine Feststellung dieser Klappen mittels der vorhandenen Aufzugswinden erfolgt daher während des Pumpenbetriebes nicht; die Winden dienen nur zur Oeffnung der Klappen bei etwaiger Entlastung des Canals.

Druckrohrtunnel und Wasserkammern sind auf einer den Baugrund abgleichenden Betonschicht gegründet und mit Ausschlufs der vordern, aus Eisen bestehenden Abschlufswände aus Ziegelmauerwerk in verlängertem Cementmörtel hergestellt. Die Decke der Wasserkammern besteht aus einem auf eisernen Trägern befestigten Bohlenbelag, unter dem die mit Stockschlüsseln zu bewegenden Winden befestigt sind, sodafs eine Behinderung des Leinenzuges durch vorstehende Windetheile nicht stattfindet. Die obersten Rohrstücke sind in gufseiserne Cylinder eingesetzt, welche in das Sohlengewölbe der Wasserkammern eingemauert sind.

Die Dichtung des Mauerwerks im Innern der Wasserkammern ist durch eine Bekleidung mit zusammengelötheten, 3 mm starken Bleiplatten hergestellt, die bis zum angespannten Canalspiegel reichen und an ihren Enden in das Mauerwerk eingelassen sind. Zum Schutz des Bleies gegen den nachtheiligen Einflufs des Cementes wurde das Mauerwerk vorher mit einer Asphaltmasse gestrichen. Der im Erdreich befindliche Theil des Mauerwerks ist ringsherum bis zu einer Tiefe von 3,60 m unter Canalsohle mit Lehm umstampft, der an die hier 0,70 bis 1 m starke Lehmschale des Canalbettes angeschlossen ist. Absätze am Mauerwerk verhindern die Bildung durchgehender Fugen zwischen Lehm und Mauerwerk. Der Rücken der Druckrohrtunnel ist gegen Eindringen von Feuchtigkeit mit Asphaltpappe abgedeckt und durch Sickercanäle, welche über der zwischen den Widerlagern eingebrachten Betonfüllung angelegt sind, nach dem Entwässerungscanal entwässert. Vor den Wasserkammern ist ein kräftiger, an Drahtseilen geführter Schwimmbalken zum Schutz der eisernen Abschlufswände und Klappschützen gegen Schiffstöfse angebracht.

e) Die Kohlenversorgung. Der Kohlenbedarf für das Pumpwerk, etwa 20 bis 25 t täglich bei Tag- und Nachtbetrieb, wird auf dem Wasserwege in Prähmen bezogen. In der Regel lagern die Kohlen in denselben bis zur Verwendung; nur für die Zeit der Canalsperre durch Eis wird ein gröfserer Kohlenvorrath auf Lagerplätzen bereit gehalten. Aus diesem Grunde ist im Anschlufs an die Wasserkammern ein rd. 100 m langer Kohlenhafen durch Verbreiterung der Canalsohle um rd. 10,50 m und neben demselben, am Fufse der Dammböschung, ein Lagerplatz hergerichtet. Das 1:1 geneigte Ufer des Kohlenhafens ist durch eine 25 cm starke Betondecke mit darüber liegendem 25 cm starken Bruchsteinmauerwerk befestigt und zum Schutz der Schiffe mit Reibhölzern bekleidet.

Zum Entladen der Kohlen aus den Prähmen dient ein elektrisch betriebener, feststehender Drehkrahn von 0,7 t Tragkraft, einer stündlichen Leistung von etwa 11 t und einer Auslegerweite von 13,50 m. Der Betrieb erfolgt in der Weise, dafs das im Schiff gefüllte Transportgefäfs zu einem am Böschungsfufs stehenden Kohlenwagen herabgelassen und in diesen vom Führerstande aus entleert wird. Die mit ungefähr 700 kg Kohlen beladenen Wagen werden hierauf vor die Kessel geschafft und ihr Inhalt unmittelbar aus den Wagen verfeuert.

f) Die Entwässerungs- und Entlastungsanlagen. Der sich am Fufse des Canaldammes hinziehende Entwässerungscanal dient aufser zur Ableitung des im Canalschweifsgraben und auf dem Gelände und in den Gebäuden des Pumpwerks angesammelten Wassers zugleich zur Entlastung der Haupthaltung des Canals von überschüssigem Wasser.

Die Entlastung oder gänzliche Entleerung der Canalhaltung erfolgt z. Z. aushülfsweise durch die Druckrohre, in denen das Canalwasser, sobald es über den angespannten Wasserspiegel steigt und über die eisernen Abschlufswände der Wasserkammern überfliefst, entweder durch die Kreiselpumpen oder auch durch den Entwässerungscanal vermöge der an den Druckrohren befindlichen Stutzen nach der Lippe abgeführt wird. Im ersten Falle dürfen die Wasserschieber der Kreiselpumpen nur bis zu einem Viertel der Gesamtöffnung geöffnet werden, damit ein Rückwärtslaufen der Pumpen vermieden wird.

Die Schützöffnungen und die Oeffnungen über den Abschlufswänden sind zum Schutze gegen das Eindringen von Fremdkörpern in die Rohre und Kreiselpumpen mit gleichen Schutzgittern wie die Vorcanäle zu den Saugrohren geschlossen.

g) Baukosten und Betrieb. Die Herstellungskosten betrugen für das Maschinen- und Kesselhaus usw. 286 000 ℳ, für die Maschineneinrichtung einschl. der elektrischen Licht- und Kraftanlagen nebst Zubehör 372 000 ℳ, mithin zusammen 658 000 ℳ. Hierzu kommen 30 000 ℳ für den Kohlenhafen mit Kohlenkrahn, 54 000 ℳ für zwei Kohlenprähme und sieben Kohlenwagen, 4000 ℳ für das Magazin- und Abortgebäude und 43 000 ℳ für die Wohnhäuser der Betriebsmannschaften. Die Gesamtkosten des Pumpwerks belaufen sich mithin auf 789 000 ℳ, in welcher Summe die Grunderwerbs- und Bauleitungskosten nicht mit eingerechnet sind. Zu bemerken ist, dafs zur Zeit als Aushülfe und zur Verstärkung der Leistung eine vierte Pumpe von 1130 l/sec nebst Verbundmaschine von 440 angez. PS aufgestellt wird. Die Kosten sind auf 80 000 ℳ berechnet.

Die Anlage hat bisher den an sie gestellten Anforderungen genügt, indem es möglich gewesen ist, den Canal trotz der, wie erklärlich, namentlich in der ersten Zeit des Betriebes und stellenweise noch gegenwärtig in seinem Bett vorhandenen Undichtigkeiten betriebsfähig zu erhalten, wenn es auch hierzu zeitweilig der vollen Kraftanstrengung der Maschinen bedurft hat. Um deshalb auch für den Fall, dafs alle Maschinen längere Zeit in angestrengtem Betriebe arbeiten müssen, eine Aushülfe zu haben, ist die Aufstellung der vierten Pumpe nothwendig geworden. An Betriebsmannschaften sind durchschnittlich für Tag- und Nachtbetrieb erforderlich: 1 Werkmeister, 6 Maschinisten und Maschinistengehülfen, 8 Heizer, 2 Maschinenschlosser, zugleich zur Bedienung des Kohlenkrahns, 4 Arbeiter für den Kohlen- und Aschetransport und 2 Schiffer für die Kohlenprähme.

Die Gesamtkosten für diese Mannschaften betragen im Jahre etwa 30 000 ℳ, die Beschaffung der Kohlen, Schmier-

mittel u. dgl. 90 000 ℳ, die Betriebskosten im ganzen also 120 000 ℳ. Nimmt man jährlich 200 Betriebstage, ferner täglich im Durchschnitt für die drei Maschinen zusammen 50 Pumpstunden und die secundliche Leistung durchschnittlich zu 1 cbm an, so erhält man eine jährliche Gesamtleistung von 36 Millionen cbm und als Einheitskosten für 1 cbm Speisewasser $^1/_3$ Pfennig.

V. Die Häfen.

A. Kleinere Häfen.

Abgesehen von den beiden grofsen Hafenanlagen bei Dortmund und Münster, wo besondere Hafenbecken ausgebaut sind, und von vereinzelten, wie beispielsweise oberhalb der Schleuse bei Meppen, unter Ausnutzung der örtlichen Verhältnisse angelegten kleinen Stichhäfen sind sämtliche Häfen und Ladestellen am Canal in einfacher Weise durch Erweiterungen des Canalquerschnittes hergestellt. Ihrer Natur nach sind dabei öffentliche und Privathäfen zu unterscheiden. Während für die letzteren, soweit es die Wahrnehmung der öffentlichen Interessen zuliefs, den die Kosten tragenden Besitzern in der Anordnung freie Hand gelassen wurde, sind erstere im Einvernehmen mit den interessirten Gemeinden mit Rücksicht darauf, dafs die zu erhebenden Hafengebühren der Staatskasse zufliefsen, einschliefslich der Ladestrafsen ganz aus Staatsmitteln gebaut. Nur die Zufahrtswege sind von den Betheiligten hergestellt, während die Ausstattung mit Umladevorrichtungen und ebenso die Einrichtung von Lagerplätzen, Schuppen usw. einschliefslich des hierfür neben den Ladestrafsen zu erwerbenden Geländes den Privatinteressenten überlassen blieb. Zu bemerken ist indes, dafs sich in dieser Beziehung bis jetzt wenig Bereitwilligkeit und Unternehmungslust gezeigt hat.

Die Gröfse der öffentlichen Häfen ist nach bestimmten Normalien für 2, 4, 6 und 8 Schiffe bemessen, wobei eine Schiffslänge zu 65 m angenommen ist. Auf ein Verholen der Schiffe ist im allgemeinen nur da Rücksicht genommen, wo die Anlage einer Ladebühne seitens der Interessenten in absehbarer Zeit zu erwarten steht. Die mittlere Höhe der Ladestrafse ist zu 1 m über dem angespannten Canalspiegel angenommen und nur ausnahmsweise mit Rücksicht auf die Geländehöhe bis auf 2 m darüber gelegt. Das Mafs der Verbreiterung des Canalquerschnittes in der Sohle ist auf 12 m bemessen. Die mit Bruchsteinen auf Schotterbettung befestigten Böschungen haben je nach den Bodenverhältnissen eine Neigung von 1:1 bis 1:$1^1/_2$, nur bei den Holzhäfen sind zum Aufziehen des Holzes flachere Neigungen angenommen. Vielfach ist auch der Kostenersparnifs wegen die normale Böschungsbefestigung der anschliefsenden Canalstrecken durchgeführt, wobei jedoch, wie im Abschnitt IIIC S. 276 des Jahrgangs 1901 erwähnt ist, grundsätzlich Cementplatten vermieden sind. In die Böschungen sind in gewissen Abständen

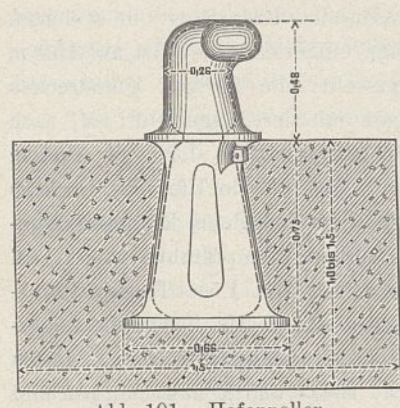


Abb. 101. Hafenpoller.

Wassertreppen eingelegt, auch sind zum Festlegen der Schiffe gufseiserne Poller in Betonklötze eingesetzt. Ihre in Text-Abb. 101 dargestellte Form hat sich im Betriebe gut bewährt. Die Kosten eines solchen Pollers einschliefslich des Betonklotzes betragen im Durchschnitt 140 ℳ.

Wendeplätze für die gröfsten Canalschiffe sind mit den sechs- und achtschiffigen Häfen stets verbunden, bei den kleineren nur da angeordnet, wo die Oertlichkeit günstig war und die Entfernung bis zum nächsten Wendeplatz mehr als 6 km beträgt. Jeder Wendeplatz ist gleichzeitig auch als Ladeplatz benutzbar und in der Richtung des Leinenzuges an das Ende des Hafens gelegt. Die gewählte dreieckige Grundrifsform der Wendeplätze (s. Text-Abb. 102) gestattet, ein Schiff auf verhältnifsmäfsig beschränktem Raum zu drehen.

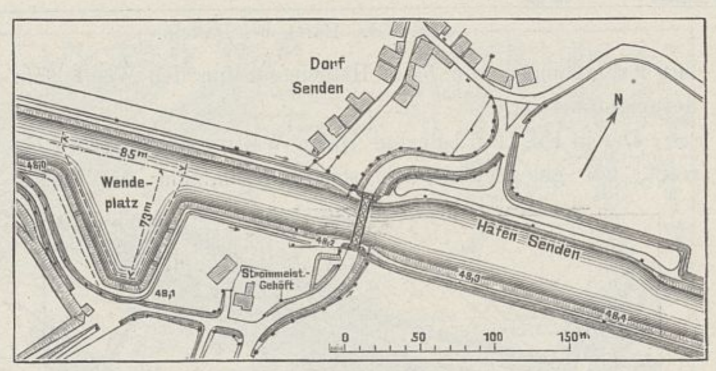


Abb. 102. Hafen bei Senden.

Das Beispiel eines zweischiffigen Hafens, die Ladestelle bei Senden Kil. 48,34, zeigt Text-Abb. 102. Die gepflasterte, möglichst günstig an das Wegenetz angeschlossene Ladestrafse hat einen Wendeplatz für Landfuhrwerk. Der Schiffs-

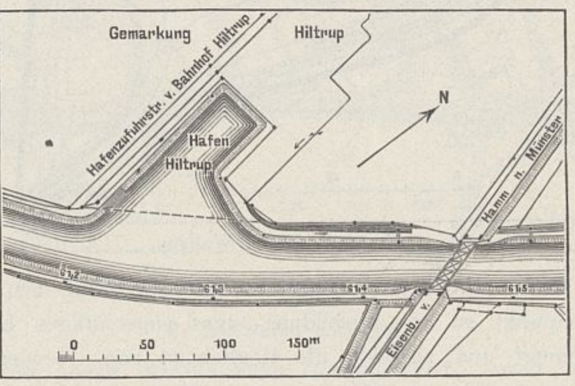


Abb. 103. Hafen bei Hiltrup.

wendeplatz, der hier mit Rücksicht auf die Oertlichkeit auf die andere Seite neben die benachbarte Brücke gelegt ist, hat in der Sohle die im Lageplan angegebenen Abmessungen und ist gleichfalls mit Böschungstreppen versehen.

Als anderes Beispiel einer zweischiffigen Ladestelle gibt Text-Abb. 103 den als Stichbecken angeordneten unteren Hafen bei Hiltrup, der nahe der Eisenbahn Hamm — Münster liegt und diese Form mit Rücksicht auf den möglicherweise später herzustellenden Gleisanschlufs an den 700 m entfernten Bahnhof Hiltrup erhalten hat. Der Hafen kann mit seiner abgeschrägten Einfahrt auch als Wendeplatz benutzt werden.

Der in Text-Abb. 104 dargestellte Hafen bei Datteln bietet aufser dem Wendeplatz Raum für vier Schiffe. In die im Verhältnifs 1:$1^1/_4$ geneigte Böschung ist in Höhe des angespannten Wasserspiegels eine 1 m breite Berme eingelegt mit Rücksicht auf die zu erwartende Entwicklung

eines Umschlagsverkehrs mit Kohlen von den rechts der Emscher belegenen ertragreichen Zechen. Bei der Plangestaltung ist von vornherein auf die etwaige spätere bequeme Einführung eines mechanischen Schiffszuges durch Treidellocomotiven Rücksicht genommen, indem der Leinpfad

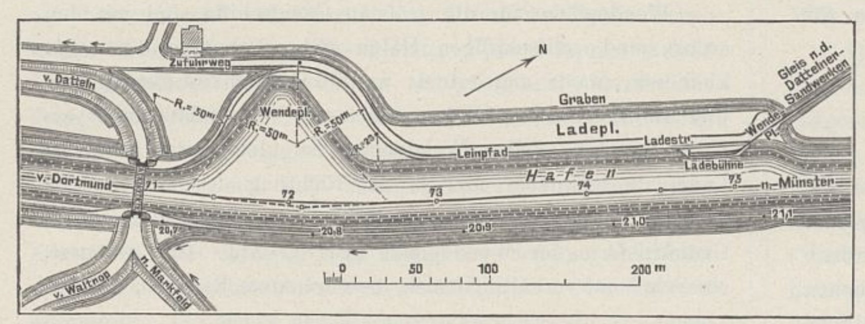


Abb. 104. Hafen bei Datteln.

mit Krümmungen von 50 m Halbmesser um den Wendeplatz herumgeführt ist.

Der in Kil. 12,6 belegene Hafen Waltrop (Text-Abb. 105) zeigt, wie gelegentlich eine scharfe Krümmung des Canals

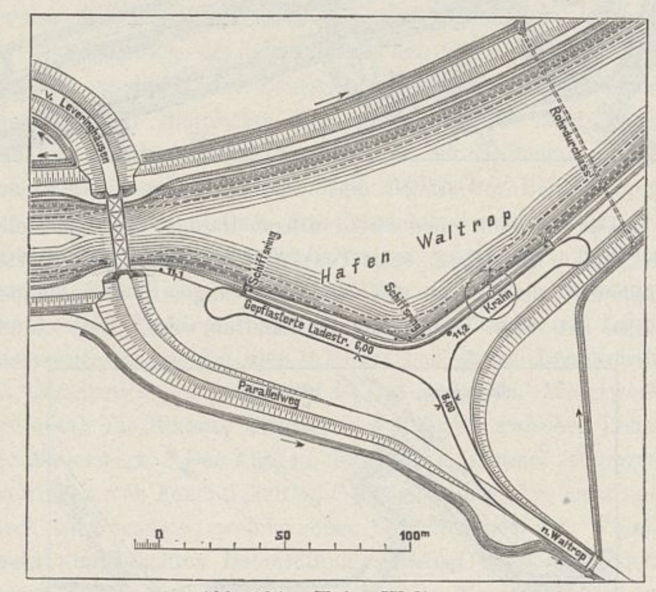


Abb. 105. Hafen Waltrop.

von 500 m Halbmesser durch Erweiterung nach dem Tangentenpunkt zu zur Ausbildung eines vierschiffigen Hafens ausgenutzt und zugleich die Möglichkeit zum Wenden der

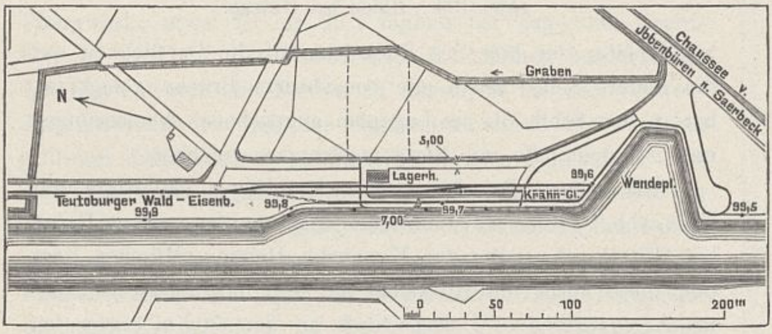


Abb. 106. Hafen Saerbeck-Ibbenbüren.

Schiffe sowie ein günstiger Anschlufs an das Wegenetz erreicht ist. Da hier ein lebhafter Verkehr besonders mit Holz zu erwarten war, ist der Hafen mit einem Bohlwerk von zwei Schiffslängen (vgl. Abb. 6 Bl. 36) und einem stehenden Handkrahn von 2 t Tragkraft ausgestattet. Die Kosten betrugen ausschliefslich des Grunderwerbs 80100 ℳ, wozu der Staat etwa die Hälfte beigesteuert hat. — Einen kleinen Hafen mit bereits hergestelltem Eisenbahnanschlufs zeigt Text-Abb. 106. Der Hafen Saerbeck-Ibbenbüren gewährt einschliefslich des Wendeplatzes Raum für vier Schiffe. Aufser einem kleinen Lagerschuppen ist ein Handkrahn von 10 m Ausladung und 1 t Tragkraft vorhanden. Den Betrieb hat die Teutoburgerwald-Eisenbahngesellschaft vertraglich übernommen.

Von dem gröfsten der kleineren Häfen, dem Endhafen Herne, ist schon früher in Abb. 2 Bl. 14 des Jahrgangs 1901 ein Uebersichtsplan gegeben. Unter Hinzunahme des südlichen Ufers bietet der Hafen Unterkunft für 20 Schiffe. Eisenbahnanschlufs hat der Hafen vorläufig nur auf der Südseite durch die Privatbahn der Zeche Friedrich der Grofse, die sich hier einen Privathafen mit zwei Kohlenkippern hergestellt hat. Die Uferbefestigung zeigt Abb. 13 Bl. 36.

Die Lage der kleineren Häfen ist aus dem Uebersichtsplan des Canals Bl. 11 und 12 des Jahrgangs 1901 ersichtlich. Insgesamt beläuft sich die Anzahl der auf Staatskosten oder mit staatlicher Beihülfe hergestellten kleineren Häfen auf 44, wofür einschliefslich des hier antheilig mitgerechneten Grunderwerbs und des nachträglichen Ausbaues der Hafenstrafsen im ganzen rund 950 000 ℳ aufgewandt sind. Entsprechend der nach drei Tarifklassen geordneten allgemeinen Canalabgabe wird für die Benutzung der kleineren Häfen eine Gebühr von 2, 4 und 6 Pf. für die Tonne erhoben.

B. Der Hafen Münster.

Wie schon oben im Abschnitt II A unter f S. 49 des Jahrgangs 1901 erwähnt, ist der städtische Hafen für Münster als Stichhafen ausgebildet, wobei die Rücksicht auf die möglichst nahe Verbindung mit der Stadt und einen bequemen Bahnanschlufs der beiden Ufer bestimmend wirkte. Das Hafenbecken hat eine Länge von 740 m bei einer mittleren Breite von 58 m und bietet Raum für 19 grofse Canalschiffe. Die Einmündung in den Canal ist zur Benutzung als Wendeplatz erheblich erweitert. Das Kopfende mufste den Anschlufsgleisen entsprechend auf 20 m eingeschränkt und besonders das nördliche Ufer des Beckens gekrümmt werden. Diese Krümmung hat sich als ungünstig erwiesen, da sie den Ausbau der Gleise vertheuert, den Betrieb erschwert und die Anwendung von Portalkrahnen auf dieser Strecke unmöglich gemacht hat. Vor dem städtischen Lagerhaus, in welchem auch eine zollfreie Niederlage eingerichtet ist, ist auf 150 m Länge eine Kaimauer hergestellt; die übrigen Uferstrecken haben gepflasterte Böschungen mit der Neigung $1:1^1/_4$ nach Abb. 12 Bl. 36. Das Hafengelände liegt 1,20 bis 1,50 m über dem normalen Wasserspiegel. Beide Ufer des Beckens sind mit je zwei Eisenbahngleisen und einem Krahngleis ausgerüstet, auf denen zwei fahrbare Dampfkrahne von 2 und 4 t und ein fahrbarer Handkrahn von 1,5 t Tragkraft aufgestellt sind. Neben den Eisenbahngleisen liegen die Lagerplätze, die an Gewerbetreibende vermiethet und von diesen mit Lagerhäusern, Speichern, Holz- und Kohlenschuppen und dgl. besetzt sind. Von den privaten Umschlagsvorrichtungen sind zwei Getreidehebewerke hervorzuheben, wovon das eine in Verbindung mit einer 200 m langen Förderbrücke und Bandförderung Getreide und Mehl zu und von der südlich

vom Albersloher Wege gelegenen grofsen Kiesekampschen Dampfmühle schafft. Bei den Gleisanlagen, deren Entwicklung und Abzweigung aus dem Güterbahnhof Münster der Lageplan Text-Abb. 107 zeigt, ist bemerkenswerth, dafs hier, soweit der Oberbau zur Benutzung durch Landfuhrwerk zwischen Pflaster verlegt ist, wie vor dem städtischen Lagerhaus und auf dem gegenüberliegenden Ladeplatz, die von der Georgs-Marienhütte in Osnabrück hergestellten Hercules-Schienen verwandt sind, die sich vorzüglich bewährt haben. Dies sind eintheilige Wechselstegschienen mit Verblattstofs und Schutzschiene für die Spurkranzrille, welche ohne Querschwellen auf Schotterbettung verlegt wurden.

Vom Kopfende des Hafens ausgehend, sind im Anschlufs an die neu angelegte Hafenstrafse und den Albersloher Weg zu beiden Seiten des Hafens, an der Landseite der Lagerplätze entlang, gepflasterte Zufahrtsstrafsen für den Landverkehr angelegt. Eine weitere Verbindung mit der Stadt ist durch die nahe dem Lagerhaus einmündende Dortmunder Strafse hergestellt. Das städtische, einschliefslich des Kellers dreigeschossige Lagerhaus hat eine Grundfläche von 1200 qm und ist massiv mit innerem hölzernen Ausbau hergestellt. Zur Erweiterung ist auf der östlichen Seite Platz belassen; auf der westlichen schliefst sich eine in Holz erbaute offene Ladehalle an. Abb. 7 Bl. 36 zeigt die Anordnung der Kaimauer, der Krahn- und Ladegleise und des Lagerhauses. Das neben letzterem belegene Gebäude der Hafenverwaltung enthält aufser Diensträumen im Obergeschofs die Wohnung des Hafenverwalters. Der Anschlufs des Hafengeländes an die städtische Entwässerung und Wasserleitung, die am Kopfende eingebaute Gleiswaage nebst Wiegehäuschen für Eisenbahnwagen und die in Verbindung mit dem neuerdings am Hafen errichteten städtischen Elektricitätswerk ausgeführte elektrische Beleuchtung vervollständigen die öffentlichen Betriebsanlagen.

Der Hafen ist auf Grund eines Vertrages mit dem Staat seitens der Stadt erbaut und hat ausschliefslich des Grunderwerbs von 23 ha an Baukosten rd. 850000 ℳ erfordert, an denen sich der Staat mit einem Beitrag von 221477 ℳ betheiligt hat. Im einzelnen entfallen auf die Erd- und Böschungsarbeiten 175000 ℳ, auf die Gleisanlagen, die Anschlufsbahn und die Zufahrtsstrafsen 339000 ℳ, auf die Krahne nebst Krahngleisen 85000 ℳ, auf die Hochbauten 173000 ℳ und der Rest auf die Entwässerungs-, Wasserleitungs-, Beleuchtungsanlagen usw. Vertragsmäfsig steht der Stadt auch die Verwaltung des Hafens und die Hebung einer Hafengebühr mit gewissen Beschränkungen zu. Das Verschiebegeschäft hat auf Kosten der Stadt die Eisenbahnverwaltung übernommen, wodurch die Anlage besonderer Verschiebegleise vermieden ist. Zu bemerken ist noch, dafs die 1 km lange Hafenanschlufsbahn gleichzeitig zum Anschlufs der städtischen Gasanstalt und der erwähnten Dampfmühle dient. Der Bau des Hafens ist Ende 1898 vollendet. Nach den bisherigen Betriebserfahrungen kann seine Gesamtanlage als gelungen bezeichnet werden, wie die rege Nachfrage nach Geschäfts- und Lagerplätzen am Hafen und der über Erwarten gewachsene Verkehr beweisen. Aufserhalb des eigentlichen Hafens ist noch von einer Petroleumgesellschaft eine Liegestelle für ein Schiff zur Petroleumverladung geschaffen; ferner hat sich die Speditionsfirma Peters südlich des Albersloher Weges einen besonderen Privathafen von zwei Schiffslängen ausgebaut.

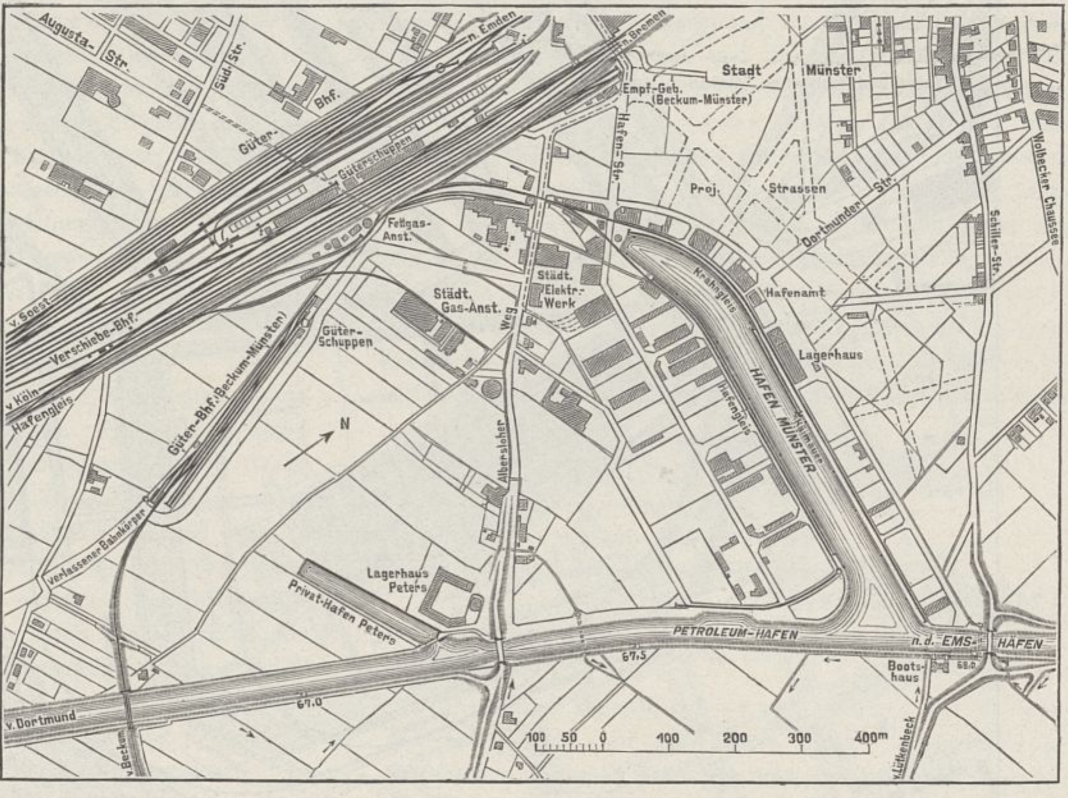


Abb. 107. Hafen Münster.

C. Der Hafen Dortmund.

Der Hafen für die Stadt Dortmund ist, soweit es mit der Bebauung und den dadurch bedingten Grunderwerbskosten vereinbar schien, an die Stadt herangerückt und als ein verbreitertes Canalstück mit Stichhäfen ausgebildet. Besondere Rücksicht ist bei der Gestaltung im einzelnen auf den möglichst bequemen Gleisanschlufs nach dem Köln-Mindener Verschiebebahnhof und auf die Erweiterungsfähigkeit genommen. Die Gestaltung des Hafens, die Führung der Gleise und Strafsenzüge mit den beiden Hafenbrücken usw. sind aus dem Lageplan Text-Abb. 108 ersichtlich. Die Endstrecke des Canals ist etwa in 600 m Abstand parallel zur Köln-Mindener Eisenbahn geführt, und das zwischenliegende Gelände zunächst für zwei gegen 470 m lange, etwa unter 60° gegen die Canalachse geneigte Stichbecken, den Kohlenhafen und den Südhafen, ausgenutzt. Diese dienen dem Massenverkehr mit Kohlen und Erzen. Ein 520 m langes Stichbecken zweigt vom Ende des Canals ostwärts nach der Stadt zu ab und ist den Strafsenzügen entsprechend und

mit Rücksicht auf eine spätere, als Ringhafen um die Unionvorstadt gedachte Erweiterung hakenförmig gestaltet. Dieses Becken wird als Stadthafen bezeichnet und dient dem Umschlag von Stückgütern. Für den Verkehr mit Petroleum und feuergefährlichen Gütern ist an der Einfahrt in den etwa 1,1 km langen Canalhafen ein besonderes mit Pontonverschlufs versehenes Hafenbecken von 205 m Länge und 63 m Breite angelegt. Im ganzen umfassen die Hafenbecken vorläufig 17,4 ha Wasserfläche mit rund 6 km Uferlänge, von denen etwa 4,7 km zum unmittelbaren Umschlag zwischen Eisenbahn und Schiff eingerichtet sind. Im eigentlichen Stadthafen ist eine 416 m lange Kaimauer vom Querschnitt nach Text-Abb. 109 erbaut; im übrigen sind die Ladeufer auf 4263 m Länge ähnlich wie beim Hafen Münster in der Neigung 1:1 bis 1 m unter den normalen Wasserspiegel mit Bruchsteinen abgepflastert, woselbst sich das Pflaster gegen eine Pfahlwand stützt. Die Kaimauer und Ladeufer sind mit Schiffsringen und Böschungstreppen ausgerüstet. Das Hafengelände liegt einer bequemen Ueberladehöhe entsprechend 1,50 bis 2 m über dem normalen Wasserspiegel von + 70,00 N.N. Der Canalhafen hat 32 m, sämtliche Stichhäfen 49 m Sohlenbreite bei 2,50 m Wassertiefe. Zum Aushub der Hafenbecken war eine Bodenbewegung von 634 000 cbm erforderlich, wofür einschliefslich der Rodungs- und Böschungsarbeiten ein Durchschnittspreis von 80 Pf. gezahlt worden ist.

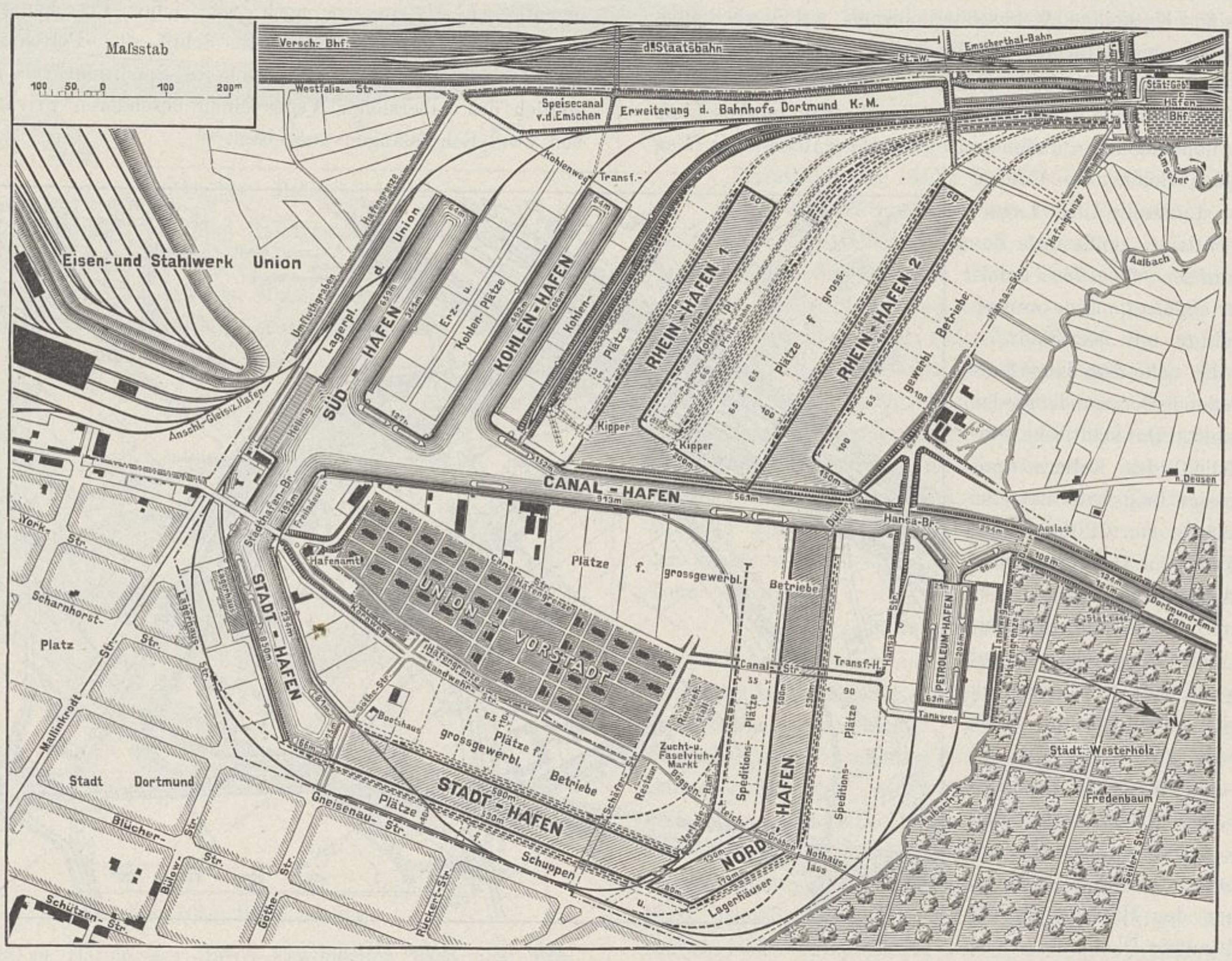


Abb. 108. Hafen Dortmund.
(Die künftigen Erweiterungen des Hafens sind durch Schraffur angedeutet.)

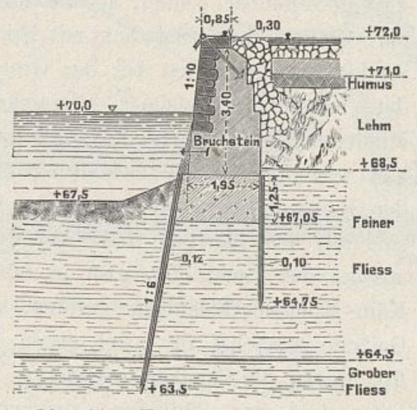


Abb. 109. Kaimauer am Dortmunder Hafen. 1 : 200.

Das zweigeschossige, mit einem Thurm geschmückte Gebäude der Hafenverwaltung liegt vor der Stadthafenbrücke in der Unionvorstadt. An bedeutenderen Bauwerken im Hafengebiet ist aufser der erwähnten 145,85 m langen Stadthafenbrücke, die zugleich die Uferstrafsen und Ladegleise auf der Stadtseite überschreitet, besonders die Hansabrücke im Zuge der gleichnamigen Strafse über den Canalhafen hervorzuheben. Die gröfste Oeffnung der Stadthafenbrücke von 59,64 m Stützweite und ebenfalls die Hansabrücke von 40,03 m Stützweite sind ähnlich den normalen Chausseebrücken des Dortmund-Ems-Canals als Halbparabelträger mit tiefliegender Fahrbahn und ausgekragten Fufswegen angeordnet und haben 10,50 und 10,10 m Gesamtbreite zwischen den Geländern erhalten.

Der Hafen ist, um allen Anforderungen eines gröfseren Hafenbetriebs zu genügen, mit den bequemsten Umlade-, Lagerungs- und Abfertigungsvorrichtungen ausgestattet. Zu diesen gehört zunächst der an der Einfahrt in den Kohlenhafen belegene Kohlenkipper. Die Vorrichtung besteht, wie die Abb. 1 und 2 Bl. 36 zeigen, aus einer um eine wage-

rechte Achse drehbar gelagerten Plattform, auf welcher der auffahrende Wagen durch selbstthätig die vordere Achse umfassende Fanghaken festgehalten wird, und die am vorderen Ende auf einem Druckwasserkolben gelagert ist. Der wassergefüllte Cylinder steht durch eine verschliefsbare Rohrleitung mit dem Wasserdruckcylinder eines Sammlers derart in Verbindung, dafs der beladene Wagen die Senkung des Kolbens unter der Plattform bis zur Neigung von 45° bewirkt, der Sammler aber schwer genug ist, den entleerten Wagen mit der Plattform wieder in die wagerechte Lage zu heben. Vorn ist die Plattform mit einer Schutzwand eingefafst, die eine Oeffnung zum selbstthätigen Ausschütten auf die bewegliche Schüttrinne frei läfst. Der Unterbau des Kippers mit dem Sammlerraum ist in Bruchsteinmauerwerk, in den oberen Theilen mit Schichtsteinverblendung ausgeführt und auf Beton zwischen Spundwänden gegründet. Die Zuführungsgleise liegen auf einem 5 m hohen Damme und endigen auf einer Drehscheibe von 5,50 m Durchmesser, von wo aus ein Gleis über eine Brückenwaage und eine 6 m breite Uferstrafse zum Kipper führt, während ein zweites auf einer kurzen, zum Aussetzen von Wagen dienenden Pfeilerbahn endigt. Die Herstellungskosten des Kohlenkippers betrugen etwa 45900 *M*, wovon 21900 auf den Unterbau und das aufgehende Mauerwerk einschliefslich des Endpfeilers der Gleisbrücke, der Rest auf die Eisentheile und die Bewegungsvorrichtung entfallen.

Das städtische Lagerhaus für Getreide, Stückgüter usw. ist auf die Südseite des Stadthafens gelegt. Es hat aufser einem Kellergeschofs drei durch eine Brandmauer in zwei Theile zerlegte Stockwerke und umfafst 1430 qm Lagerfläche. Seine Ausrüstung mit Aufzügen, Wandkrahnen, Waagen, Einrichtungen für die zollamtliche Behandlung der Güter, Beleuchtungs- und Wasserleitungsanlagen entspricht den weitgehendsten Anforderungen. Die Kosten haben einschliefslich der Maschinenanlagen gegen 267000 *M* betragen. Der von dem Eisenwerk vormals Nagel u. Kaemp in Hamburg gelieferte elektrische fahrbare Portalkrahn zur Bedienung des Lagerhauses ist in den Abb. 4 u. 5 Bl. 36 wiedergegeben. Er hat 10,50 m Auslegerweite, 13 m Hubhöhe und 1,8 t Tragfähigkeit und erhält die elektrische Kraft durch ein 80 m langes freiliegendes Kabel. Die Spurweite des Krahngleises beträgt 4,70 m. Die Kosten des Krahns belaufen sich auf 22750 *M*. Neben dem Uferpfeiler der Stadthafenbrücke befindet sich eine hölzerne Landungsbrücke für Personenschiffe, woselbst noch ein Handdrehkrahn von 1,5 t Tragfähigkeit aufgestellt ist.

Die Hafengleise haben bei einer Gesamtlänge von mehr als 20 km etwa 650000 *M* erfordert, während für die Nebenanlagen für den Bahnbetrieb an Hochbauten und Betriebsmitteln im ganzen noch etwa 133000 *M* aufgewandt sind.

Die Wasserversorgung des Hafens erfolgt aus dem bei Schwerte a. Ruhr belegenen Wasserwerk der Stadt Dortmund. Bemerkenswerth ist die Ausstattung des Hafens mit elektrischer Betriebskraft und Beleuchtung. Zur Erzeugung des elektrischen Stroms dient das gleichzeitig mit dem Bau des Hafens anderweit angelegte allgemeine städtische Elektricitätswerk. An der Stadthafenbrücke ist das Schalthaus angelegt, dem der zur Verwendung gelangende Drehstrom durch Bleikabel zugeführt und von wo er mit gleichfalls unterirdischen Leitungen zu den Verbrauchsstellen geleitet wird. Ihre grofse Bedeutung gewinnt diese Einrichtung dadurch, dafs sie die Anlage von gewerblichen Betrieben durch die bequeme Art ihrer Versorgung mit Maschinenkraft erleichtert und so in hervorragendem Mafse zu der ferneren Entwicklung des Hafens beizutragen geeignet ist. Vor der Hand umfafst die Beleuchtungseinrichtung 36 Bogenlampen, und zur Kraftabgabe stehen in den Leitungen bis 600 PS zur Verfügung für die Platzmiether, die Krahne und Lagerhäuser. Insgesamt sind, abgesehen von den Kosten des städtischen Elektricitätswerkes selbst, für die Zuleitung von diesem zum Hafen und die Einrichtung der Beleuchtung und des Motorenbetriebes der Krahne etwa 160000 *M* aufgewandt.

Unter den gröfseren privaten Unternehmungen sind zunächst das Kornlagerhaus mit Silo der Haupt-Ein- und Verkaufsgenossenschaft Dortmund am Stadthafen gegenüber dem städtischen Lagerhaus und die Dampfmühle nebst Silo von Niemöller am Canalhafen hervorzuheben. Erstere Anlage, die in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1901 S. 336, beschrieben ist, bietet besonderes Interesse durch die zweckmäfsige Anlage der Elevatoren und Laufrohre, die ein beliebiges Vertheilen und Umschütten des Kornes in den sechs Stockwerken gestatten. Die südliche Seite des Südhafens wird von dem Eisen- und Stahlwerk Union zum Betriebe einer Schiffswerft mit 140 m langem Querhelling benutzt. Zum Ausladen ausländischer Erze ist hier ein auf Schienen fahrbares Ladegerüst (Text-Abb. 110) hergestellt.

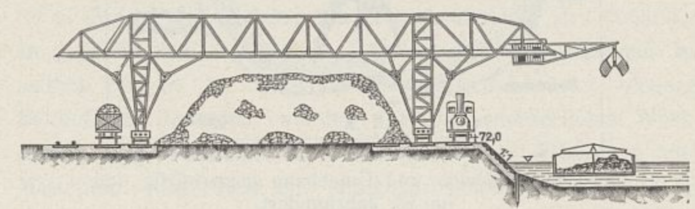


Abb. 110. Erzumladevorrichtung am Dortmunder Hafen. 1:300.

Die ganze Hafenanlage ist ohne Störung des Betriebes erweiterungsfähig, auf der Ostseite durch Verlängerung des Stadthafens in der in Text-Abb. 108 angedeuteten Weise, auf der Westseite durch Hinzufügung zweier weiteren Becken parallel zum Süd- und Kohlenhafen. Der in erfreulicher Entwicklung begriffene Verkehr im Hafen betrug im Jahre 1901 bereits 158000 t.

Die Kosten der von der Stadt ausgeführten Hafenanlage mit allem Zubehör einschl. der Gleis- und Strafsenanlagen haben rd. 6430000 *M* betragen, wofür das rd. 1,45 km lange Anfangsstück des Canals mit erbaut ist. In dieser Summe ist der gesetzmäfsige Antheil des Staates mit 1325000 *M* inbegriffen. Aehnlich wie bei dem Hafen in Münster ist zwischen der Stadt und dem Staat ein Vertrag abgeschlossen, wonach die gesamte Verwaltung des Hafens der Stadt überlassen bleibt und dagegen die Hafengebühren auch ihr allein zustehen sollen, soweit dieselben nicht über die Betriebs- und Unterhaltungskosten einschl. Erneuerungsfonds hinausgehend zur antheilweisen Verzinsung des Baucapitals werwendbar würden. Die Bauzeit fällt in die Jahre von Ende 1895 bis 1898.[1])

1) Nähere Angaben finden sich in der bei Ruhfus in Dortmund erschienenen Festschrift zur Einweihung des Hafens am 11. August 1899, verfafst von Mathies.

D. Der Hafen von Emden.

Die in den letzten Jahren ausgeführte Umgestaltung des Emder Hafens ist zwar nicht auf Kosten des Baufonds des Dortmund-Ems-Canals, sondern aus anderweit bereit gestellten staatlichen Geldmitteln erfolgt. Bei dem innigen Zusammenhang zwischen dem Canal und dem Hafen darf jedoch hier von einer Beschreibung des letzteren nicht abgesehen werden, wobei gleichzeitig auch ein kurzes Eingehen auf die bemerkenswerthe Vorgeschichte des Hafens angezeigt erscheint.

a) Der Hafen bis zum Jahre 1888.

Die Lage des Emder Hafens zur Ems hat im Laufe der Jahrhunderte wesentliche Aenderungen erfahren, welche auf das Geschick der alten Seestadt von gröfstem Einflufs gewesen sind. Bis gegen Ende des 13. Jahrhunderts flofs die Ems als ungetheilter Strom in scharfem Bogen hart an den Mauern der Stadt vorbei und bot so einen vortrefflichen Hafen,

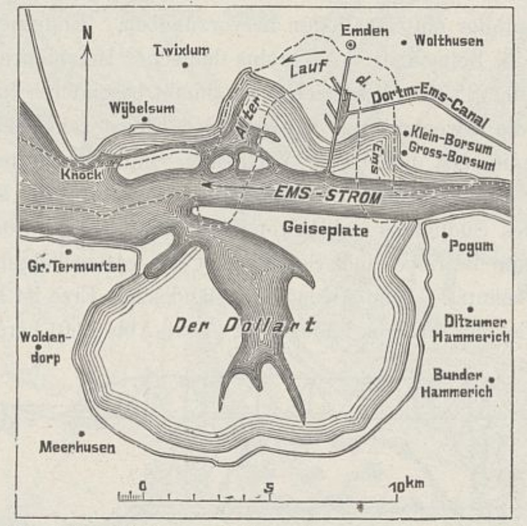


Abb. 111. Emden und Umgebung gegenwärtig und im 13. Jahrhundert.

welcher auch den gröfsten Schiffen den Zugang gestattete (vgl. Text-Abb. 111). Als es jedoch der wühlenden Kraft des Stromes, unterstützt durch eine Reihe verheerender Sturmfluthen, deren gewaltigste, die Fluth von 1287, bekanntlich den Meerbusen Dollart in das Land rifs, gelungen war, die Wurzel der vorspringenden Landzunge Nesse zu durchbrechen, entstand ein zweites Bett, das sich im Laufe der folgenden Jahrhunderte zwar langsam, aber stetig mehr zum Hauptstrom ausbildete. In gleichem Mafse unterlag das mehr als doppelt so lange alte Bett der Versandung, wodurch die Existenz des Hafens mehr und mehr bedroht wurde. Verschiedene von der für das Gedeihen ihres Handels besorgten Stadt im 17. und 18. Jahrhundert unternommene Versuche, den Strom durch Schliefsung des Durchbruches in sein altes Bett zurückzulenken oder ein neues tiefes Fahrwasser zur Stadt auszuheben, erwiesen sich den Naturgewalten gegenüber auf die Dauer erfolglos, zumal die Ungunst der politischen Verhältnisse die Beschaffung der zu einer gründlichen Abhülfe erforderlichen bedeutenden Geldmittel unmöglich machte. So kam es, dafs der Hafen bereits gegen Ende des 18. Jahrhunderts höchstens für Schiffe von 3 bis 3,50 m Tiefgang zugänglich war. Eine gewisse, wenn auch bescheidene Verbesserung trat erst ein, als in den Jahren 1846 bis 1849 quer durch das Vorland ein etwa 3 km langer Durchstich von der Stadt zur tiefen Ems hergestellt wurde, in dessen halber Länge auf der früheren Insel Nesserland zwei neben einander liegende einfache Schutzschleusen eingebaut wurden, welche in Verbindung mit der zu gleicher Zeit vorgenommenen Eindeichung des im alten Emsbett und in dessen Umgebung angewachsenen Königspolders die Stadt und den Hafen gegen die Sturmfluthen sicher stellten. Der innerhalb der Schleusen liegende Theil des neuen Durchstichs wurde als Binnenfahrwasser, der Theil von den Schleusen bis zur Ems als Aufsenfahrwasser bezeichnet. Da die Thore der Schleusen wegen der gleichzeitig zu besorgenden Entwässerung des Binnenlandes gewöhnlich offen stehen mufsten, verblieb der Hafen ein der Verschlämmung in hohem Grade ausgesetzter Tidehafen.

Das Aufsen- und Binnenfahrwasser hatte eine Sohlenbreite von 17 m und eine Tiefe von 4 m unter dem gewöhnlichen Hochwasser. Der eigentliche Hafen bestand, wie von alters her, aus zwei in die bebaute Stadt reichenden Fleeten, dem Rathsdelft und Falderndelft. Hierzu kam in den fünfziger Jahren, als Emden Anschlufs an die westfälische Eisenbahn erhalten hatte, ein durch eine Dockschleuse abgeschlossenes etwa 2,5 ha grofses Hafenbecken, das sogenannte Eisenbahndock. Gleichzeitig wurde eine 140 m lange Kaimauer am Binnenfahrwasser errichtet und mit Eisenbahngleisen und Krahnen versehen. Vor der Mauer war zwar eine Wassertiefe von 4,50 m hergestellt, diese konnte indes nicht genügend ausgenutzt werden, da wegen der bald wieder eintretenden Verschlickung namentlich des Aufsenfahrwassers gröfsere Schiffe den Hafen überhaupt nicht erreichen konnten. Da die nur durch Baggern zu erreichende dauernde Offenhaltung des Fahrwassers über die Geldmittel der Stadt hinausging, war mithin durch die Umgestaltung eine wesentliche Besserung der Hafenverhältnisse nicht erzielt. Zu bemerken ist, dafs der vordem fiscalische Hafen nach dem Umbau im Jahre 1849 in den Besitz der Stadt Emden übergegangen war.

Der beschriebene Zustand, welcher durch den Plan, Text-Abb. 112, dargestellt ist, blieb im wesentlichen bis zu Anfang

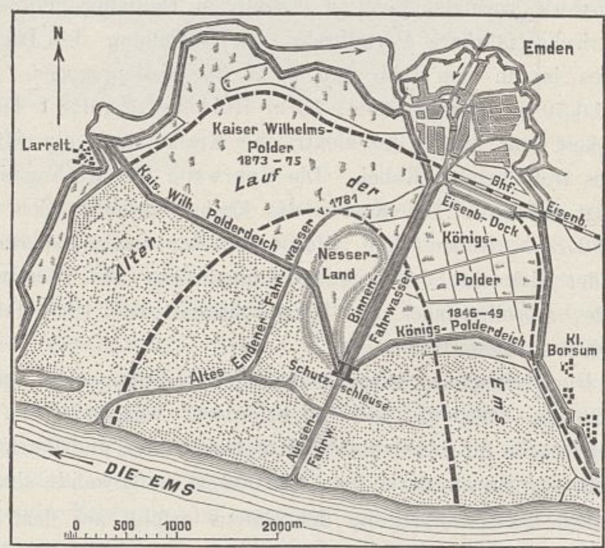


Abb. 112. Der Emder Hafen 1849 bis 1880.

der achtziger Jahre, wo der Hafen bei Gelegenheit der Erbauung des Ems-Jade-Canals eine durchgreifende Aenderung erfuhr. Zunächst wurde der bisherige Tidehafen zur Vermehrung der Wassertiefe, und um das schlickhaltige Emswasser fernzuhalten, in einen auf gewöhnlichem Hochwasser liegenden Dockhafen umgewandelt. Demgemäfs mufsten die

Thore der Nesserlander Schutzschleusen für gewöhnlich geschlossen gehalten und konnten nur zur Zeit des Hochwassers, wo Aufsen- und Innenwasser sich ausspiegelten, auf kurze Zeit geöffnet werden. Um den Hafen auch in der übrigen Zeit zugänglich zu machen, wurde in den Jahren 1881 bis 1883 neben den Schutzschleusen eine Kammerschleuse mit einem Kostenaufwande von 1100000 ℳ aus Staatsmitteln erbaut. Die in den Häuptern 15 m weite und zwischen den Drempeln 117 m lange Schleuse erhielt eine Drempeltiefe von 6,70 m unter gewöhnlichem Hochwasser, welche Abmessungen den damals gebräuchlichen gröfseren Seedampfern entsprachen. Die Schleuse hat zwei gegen das Binnenwasser gerichtete Ebbethore und im Aufsenhaupt ein bis 4,50 m über gewöhliches Hochwasser reichendes Sturmfluththor. Ein Durchschleusen kann somit wohl bei niedrigen Aufsenwasserständen, bei dem Fehlen des zweiten Fluththorpaars jedoch nicht bei höheren Aufsenwasserständen erfolgen. Bei dem geschaffenen Zustande konnte die bisherige regelmäfsige Abführung des Binnenwassers nicht mehr durch den Hafen erfolgen, sondern mufste anderweit geregelt werden. Wie schon auf Seite 62 des Jahrgangs 1901 bemerkt wurde, wurde daher die Binnenentwässerung einstweilen auf die benachbarten Siele von Oldersum und Petkum angewiesen. Demungeachtet unterlag auch bei der Neugestaltung der Wasserspiegel im Hafen gewissen Schwankungen, einmal weil die Spülung des Aufsenfahrwassers zeitweilig ein Ablassen des Hafenbeckens erforderte, sodann weil auch die bedeutenderen Hochwasser des Ems-Jade-Canals namentlich im Frühjahr nach wie vor durch den Hafen abgeführt werden mufsten. Der Umstand, dafs bei diesen Schwankungen häufig beladene Schiffe auf den Grund kamen, konnte natürlich dem Ruf des Hafens nicht förderlich sein. Dazu kamen noch die nur auf Schiffe bis zu etwa 5 m Tiefgang beschränkte Zugänglichkeit des Hafens sowie das Fehlen aller zeitgemäfsen Umschlagsvorrichtungen.

Der Bau des Dortmund-Ems-Canals und seine Einführung in den Emder Hafen ergab die dringende Nothwendigkeit, die Hafenverhältnisse in durchgreifender Weise zu verbessern. Damit die Staatsregierung bei ihren Mafsnahmen freie Hand erhielt, mufste der, wie gesagt, seit 1849 städtische Hafen wieder in den Besitz des Staates zurücktreten. Die Uebergabe erfolgte im Jahre 1888.

b) Ausbau des Binnenhafens.

Die auf dem Gebiete des fiscalischen Königspolders rechts und links von der Mündung des Dortmund-Ems-Canals hergestellte Hafenerweiterung besteht in ihrem nördlichen Theil aus, einem 450 m langen, 175 m breiten Becken von 7 m Tiefe. Hier findet sich ausreichender Raum zum Löschen und Laden von neun bis zehn grofsen Seedampfern vom Lande aus sowie zum Austausch von Massengütern wie Kohlen, Erzen, Getreide usw. von und zu den Canalschiffen, zu welchem Zweck eine Reihe von Dalben eingeschlagen ist. In das Hafenbecken ist ein mit Bohlwerken eingefafster Zungenkai von 120 m Länge und 50 m Breite vorgestreckt. Auf ihm ist ein 66 m langer und 25 m breiter Seegüterschuppen in Eisenfachwerk errichtet und mit fünf elektrischen fahrbaren Winkelportalkrahnen von je 3 t und einem elektrischen feststehenden Krahn von 10 t Tragfähigkeit ausgerüstet. Abb. 3 Bl. 37 enthält einen Querschnitt des Zungenkais. Der Kai ist durch ein Zuführungsgleis mit dem Hauptbahnhofe verbunden und mit Lade- und Aufstellungsgleisen versehen. Eine gepflasterte Zufuhrstrafse vermittelt den Verkehr mit der Stadt. Um die Portalkrahne auch zum Ueberladen auf die neben dem Güterschuppen befindlichen Lagerplätze benutzen zu können, sind längs der letzteren zur Unterstützung der hinteren Laufrollen der Krahne eiserne Gerüste errichtet. Für den Ueberladeverkehr zwischen See- und Canalschiff sind vier schwimmende Dampfkrahne von je 3 t Tragfähigkeit beschafft. Der Betrieb der Kaikrahne sowie die Beleuchtung des ganzen Hafens wird von dem Elektricitätswerk bewirkt, das auf dem westlichen Hafenufer binnendeichs unweit der Schleusen erbaut ist. Im Kesselhause stehen zwei Wellrohrkessel von je 60 qm Heizfläche und neun Atmosphären Ueberdruck. Das Maschinenhaus enthält zwei stehende Dampfmaschinen von je 100 PS und zwei Gleichstrom-Dynamomaschinen von 130 Amp. gröfster Dauerleistung bei 500 Volt Spannung. Eine dritte Gleichstrom-Dynamomaschine von 100 PS dient zum Laden einer Batterie von 278 Sammlern von 725 Amp.-Stunden Leistung bei zehnstündiger Entladung von 72 Amp. Das Elektricitätswerk wird, um den gesteigerten Anforderungen nach Hinzutreten des Aufsenhafens zu genügen, auf das Doppelte seiner Leistungsfähigkeit vergröfsert.

Der südliche Theil des neuen Binnenhafens ist, um als Liege- und Wendeplatz zu dienen, angemessen verbreitert. Auf der Westseite des Hafens, welche im Besitz der Stadt ist, sind drei 6 m tiefe Becken von je 340 m Länge und 60 m Breite ausgehoben, um die Ausnutzung des Geländes zu gewerblichen Anlagen zu erleichtern. Zu erwähnen ist endlich der in der Nähe der Eisenbahndrehbrücke belegene Bauhof und Bauhafen, welcher mit allen erforderlichen Werkstätten und Geräthen zum Ausbessern der Fahrzeuge und Maschinen ausgerüstet ist. Zum Aufziehen der Schiffe dient ein 42 m breiter Querhelling, zum Herausnehmen der Kessel und schwerer Maschinentheile ein feststehender Handkrahn von 25 t Tragkraft.

Die Gesamtfläche des neuen Binnenhafens bis zur Eisenbahndrehbrücke beträgt nach Abzug der städtischen Hafenbecken rund 25 ha. Wie aus dem Lageplan des Hafens Abb. 7 Bl. 37 ersichtlich, läfst sich bei eintretendem Bedürfnifs eine Erweiterung der Anlagen leicht ausführen.

Die überaus wichtige Beseitigung der, wie oben erörtert, infolge der durch den Hafen geführten Binnenentwässerung entstehenden zeitweiligen Wasserstandsschwankungen wurde durch die Anlage des schon mehrerwähnten Vorfluthcanals bewirkt. (S. Jahrgang 1901, S. 50 u. 62.) Der Canal gehört somit gewissermafsen ebenfalls zu den Hafenwerken. Er zweigt, wie hier wiederholt werden mag, vor Emden oberhalb der Kesselschleuse (s. Text-Abb. 2 S. 45 Jahrgang 1901) aus dem Ems-Jade-Canal ab, wird auf seinem Wege östlich von der Stadt mittels eines Dükers unter dem Fehntjer Tief und in gleicher Weise unter dem Oberhaupt der Borssumer Schleuse[1]) durchgeführt und mündet unmittelbar neben der Emder Seeschleuse in den Aufsenhafen. Den Abschlufs bildet hier eine besondere Schutzschleuse, das Nesserlander Siel, das in den verlegten Seedeich eingebaut ist. Das in den Abb. 8

1) Der Düker und die Schleuse sind S. 449 u. 603, Jahrgang 1901, beschrieben und abgebildet.

bis 11 Bl. 36 dargestellte Bauwerk ist in Klinkermauerwerk mit theilweiser Verwendung von Werksteinen aus Basaltlava aufgeführt und auf Pfahlrost gegründet, unter welchem eine 0,60 m starke Kleischicht eingestampft ist. Das Siel hat zwei je 8,60 m weite Oeffnungen. Jede Oeffnung wird durch zwei Sturmfluth- und ein Ebbethorpaar abgeschlossen, welche beide bis 4,50 m über Mittel-Hochwasser reichen, während die Oberkante der Drempel 4,40 m darunter liegt. Die Sturmfluththore sind einfache Riegelthore mit einer kleinen Schützöffnung, um eine Vertheilung des Wasserdrucks vornehmen zu können. Kräftige Bockwinden mit Henckelscher Sicherheitsbremse ermöglichen ein Schliefsen der Thore auch bei stark eingehendem Strom. Jedes Ebbethor hat eine 4 m breite und 4,40 m hohe Oeffnung, die durch ein entsprechendes eisernes Rollschütz geschlossen werden hann. Zu Spülzwecken kann mithin ein Querschnitt von $4 \cdot 4{,}0 \cdot 4{,}4 = 70{,}4$ qm freigelegt werden. Die Rollschützen, deren Last durch Gegengewichte ausgeglichen ist, werden zwangläufig mit Hülfe Gallescher Ketten durch starke Bockwinden bewegt. Der Radstand der Schützen ist dem Wasserdruck entsprechend vertheilt. Zur Vermeidung unbeabsichtigter Spannungen sind in den Längsträgern zwischen den unteren Räderpaaren Gelenke eingeschaltet. Der obere Theil der Ebbethore ist offen gebaut, und zur Sicherung gegen Durchhängen durch ein kräftiges Diagonalkreuz ausgesteift. Die durch verankerte Spundwände abgeschlossenen Vorböden sind mit Basaltsäulenpflaster befestigt, das auf Ziegelbrocken und auf einer doppelten Lage kreuzweis gelegter Faschinenwürste ruht. Der Anschlufs an die Böschungen erfolgt aufsen und innen durch verankerte Spundwände, oberhalb deren die Böschungen durch Basaltpflaster befestigt sind. Dem Verkehr über die Sielöffnungen dienen 1,50 m breite eiserne Fufsgängerbrücken. Die Kosten des Bauwerkes beliefen sich auf etwa 280000 ℳ. Zu bemerken ist, dafs die grofse Weite der Sielöffnungen, welche für die Abwässerung allein nicht nöthig gewesen wäre, gewählt war, um einen kräftigeren Spülstrom im Aufsenfahrwasser zu erzeugen. Nach der unter c beschriebenen, in den letzten Jahren vorgenommenen beträchtlichen Erweiterung und Vertiefung des Aufsenfahrwassers hat die Spülung allerdings ihre Bedeutung verloren. (Schlufs folgt.)

Einiges über die Genauigkeit der Anwendung der Biegungsgleichung $EJ\frac{d^2y}{dx^2} = \pm M.$

Vom Baurath Adolf Francke in Herzberg am Harz.

Wenngleich die Biegungsgleichung $EJ\frac{d^2y}{dx^2} = \pm M$, wie allgemein bekannt, im mathematischen Sinne lediglich nur als Annäherungsformel zu betrachten ist, welche in ihren Integralen die elastische Verbiegung des Balkens nur angenähert darstellt, so liefert dennoch ihre Anwendung auf die Ermittlung der Kräftevertheilung in statisch unbestimmten, also bezüglich der Kräftevertheilung vom elastischen Verhalten des Systems abhängigen Balken keineswegs allgemein angenäherte, also im mathematischen Sinne ungenaue Ergebnisse.

Handelt es sich, wie wir hier annehmen wollen, um Balken auf festen Stützen, wirken die Lasten in gegebenen festen Lothrechten, bilden dieselben also gegebene Abhängigkeiten der wagerechten Längen x, wird das Trägheitsmoment J entweder als unveränderlich für jede Oeffnung vorausgesetzt, oder ändert es sich stetig oder sprungweise als Abhängigkeit von x, so bleibt bei undrehbarer oder drehbarer Lagerung der Enden, bei Anordnung von Zwischengelenken oder bei stetig durchgehender Steifheit des Balkens, die auf Grund der Gleichung $EJ\frac{d^2y}{dx^2} = \pm M$ und ihrer Integrale aufgestellte Ermittlung der Kräftevertheilung im mathematischen Sinne genau, solange als für das betrachtete Balkensystem im unbelasteten Zustande keine Zwangslage besteht, also solange alle Stützen gleich hoch liegen. Die auf Grund des zweiten Integrals der Gleichung $EJ\frac{d^2y}{dx^2} = \pm M$ ermittelte elastische Biegung y fällt selbstredend auch für diesen betrachteten Balken im mathematischen Sinne ungenau, nämlich überall, sowohl im positiven wie negativen Sinne, der Gröfse nach zu gering aus. Ermittelt man aber die Kräftevertheilung auf Grund der mathematisch genauen Biegung, so erhält man genau die nämliche Kräftevertheilung und daher aus der üblichen Anwendung der Biegungsgleichung $EJ\frac{d^2y}{dx^2} = \pm M$ stets die richtige Kräftevertheilung auch für den Fall, dafs etwa bei grofser Biegsamkeit eines Balkens oder einer Theilstrecke desselben die Formel $EJ\frac{d^2y}{dx^2} = \pm M$ als völlig unzureichend angesehen werden müfste zur Berechnung der Gröfse der Durchbiegung.

Würde aber in dem Balkensysteme eine elastische Stützung eingefügt, oder ursprüngliche Zwangslage geschaffen durch Hebung einer Stütze, oder zwangsweise schiefe, undrehbare Lagerung eines Endes, so würden die auf Grund der Gleichung $EJ\frac{d^2y}{dx^2} = \pm M$ ermittelten Kräftevertheilungen, soweit diese sich als Abhängigkeiten der angegebenen Einflüsse darstellen, im mathematischen Sinne als Annäherungen zu bezeichnen sein.

Die vorhergehenden Behauptungen werden einleuchtend, wenn man die üblichen, angenäherten Gleichungen

$$\text{I.}\quad\begin{cases} 1)\ \dfrac{d^2y}{dx^2} = \pm\dfrac{M}{EJ}, \\ 2)\ \varphi = \pm\dfrac{1}{E}\displaystyle\int\frac{M}{J}\,dx, \\ 3)\ y_{\text{I}} = \displaystyle\int\varphi\,dx = \pm\frac{1}{E}\int dx\int\frac{M}{J}\,dx \end{cases}$$

in Vergleich stellt mit den mathematisch genauen Gleichungen, in welchen ϱ den Krümmungshalbmesser, ω den Winkel der elastischen Biegung bedeutet:

II.
1) $\frac{1}{\varrho}=\pm\frac{M}{EJ}$; 1a) $\frac{d^2y_{II}}{dx^2}=\frac{\pm M}{EJ\cos\omega^3}$,

oder da $\varrho\,d\omega = ds$; $\cos\omega\,\varrho\,d\omega = dx$:

$$\cos\omega\,d\omega = \pm\frac{M}{EJ}dx,$$

2) $\sin\omega=\pm\int\frac{M}{EJ}dx$; 2a) $\operatorname{tg}\omega=\frac{1}{E}\int\frac{M\,dx}{J\cos\omega^3}$

$$=\frac{1}{E\cos\omega}\int\frac{M}{J}dx,$$

3) $\int\sin\omega\,dx=\frac{1}{E}\int dx\int\frac{M}{EJ}dx$,

4) $y_{II}=\int\operatorname{tg}\omega\,dx=\frac{1}{E}\int\frac{dx}{\cos\omega}\int\frac{M}{J}dx=\frac{1}{E}\int dx\int\frac{M\,dx}{J\cos\omega^3}$.

Aus den Gleichungen geht hervor, dafs die Gleichungen I in die mathematisch genauen übergehen, wenn man in denselben dem Zeichen φ die Bedeutung $\sin\omega$ beilegt.

Dann aber bedeutet y_I, im mathematischen Sinne, überhaupt nicht mehr die Curve der Durchbiegung, sondern eine Curve, welche stets kleinere Ordinaten zeigt als die Durchbiegung.

Nun aber verschwindet der Werth φ stets gleichzeitig, mag man dem Zeichen φ die Bedeutung $\sin\omega$ oder $\operatorname{tg}\omega$ beilegen, mit der falschen oder richtigen Gleichung rechnen, weil $\sin\omega$ und $\operatorname{tg}\omega$ stets gleichzeitig verschwinden.

Ebenso verschwindet in Gleichung I 3) der Werth y_I stets gleichzeitig, mag man $y_I=\int\sin\omega\,dx$ oder $=\int\operatorname{tg}\omega\,dx$ setzen, weil eben auch die Functionen $\int\sin\omega\,dx$ und $\int\operatorname{tg}\omega\,dx$ stets gleichzeitig verschwinden, zwei zusammengehörige Curven darstellen, welche, wenn sie der willkürlichen Integration entsprechend in der X Achse so geschoben werden, dafs sie sich in einem Punkte dieser Achse schneiden, auch einen zweiten solchen gemeinsamen Schnittpunkt zeigen müssen.

Bedeuten $y_I=\int\sin\omega\,dx$, $y_{II}=\int\operatorname{tg}\omega\,dx$ Symmetriecurven, biegt sich der Träger symmetrisch zu einer Achse C, so folgt, weil einem symmetrischen Verlauf der Curve y_I zwangsweise ein ebenfalls symmetrischer Verlauf der Curve y_{II} zugehört, die Gemeinsamkeit zweier Schnittpunkte eben unmittelbar aus der Symmetrie und ist daher für alle nur denkbaren und möglichen symmetrisch verlaufenden Curven an und für sich selbstverständlich. Unsymmetrisch verlaufende

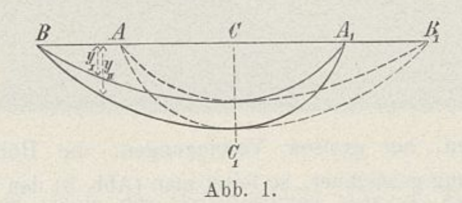


Abb. 1.

Curven y_{II}, y_I aber haben, gleich wie symmetrische, in gemeinsamer Lothrechter C (Abb. 1) ausgezeichnete Höchstwerthe, weil eben $\frac{dy_I}{dx}=\sin\omega$, $\frac{dy_{II}}{dx}=\operatorname{tg}\omega$ stets gleichzeitig verschwinden, und es können daher je die beiden Seiten von unsymmetrischen Curven y_{II}, y_I als die Hälften möglicher symmetrischer Curven aufgefafst werden.

Für $\varphi=\sin\omega$ bedeutet nun $\frac{d^2y_I}{dx^2}$ mathematisch genau den Werth $\frac{M}{EJ}$, und es gelten daher, z. B. für unveränderliches, auf die Stabachse bezogenes J und bei festen, lothrechten Belastungen, die Gleichungen $EJ\,\frac{d^4y_I}{dx^4}=p$ usw. stets bei beliebigster Verbiegung des Balkens.

Gleichwie man nun im statisch bestimmten Falle, z. B. bei einem Balken auf drei Stützen mit einem Mittelgelenk oder dem Balken auf zwei Stützen, die etwa zunächst unter Einführung unbekannter Bestimmungsgröfsen, nach dem Belastungsbilde aufgestellte Gleichung:

$$y=\int dx\int\frac{M}{EJ}dx$$

bei Auffassung derselben als Biegungsgleichung des Balkens, gemäfs den aus dieser Auffassung folgenden Bedingungen, benutzen kann zur rechnerischen Festlegung des einen einzig möglichen Kräftezustandes, welcher auch ohne jede Betrachtung der Biegung an und für sich bestimmbar ist, also ist auch bei statisch unbestimmten Systemen die Ermittlung der Kräftevertheilung unabhängig von dem Grade der zufälligen Genauigkeit der Formeln in Bezug auf die Darstellung der Gröfse der Durchbiegung des vorliegenden Falles, also unabhängig von dem Mafse des Zusammenfallens der Werthe $\sin\omega$ und $\operatorname{tg}\omega$, so lange als in den zur Lösung erforderlichen Bestimmungsgleichungen für elastische Werthe φ oder y nicht thatsächliche Gröfsen gefordert werden.

Bestimmungsgleichungen von der Form $\varphi=0$, $y=0$ bleiben stets gleichwerthig, mag mit den ungenauen oder den genauen Formeln gerechnet werden, weil $\sin\omega$ und $\operatorname{tg}\omega$, sowie auch $\int\sin\omega\,dx$ und $\int\operatorname{tg}\omega\,dx$ stets gleichzeitig verschwinden. Bestimmungsgröfsen aber von der Form $\varphi_1-\varphi_2=0$, $y_1-y_2=0$ bleiben ebenfalls stets die gleichen, welche Bedeutung man auch den Zeichen φ oder y beimessen mag, da die rechten Seiten der Gleichungen I hierdurch nicht verändert werden.

Um die Genauigkeit der Momentengleichung $EJ\frac{d^2y}{dx^2}=\pm M$ in Bezug auf die in üblicher Weise gefundenen Verbiegungsgröfsen zu prüfen, betrachte man den gefundenen Zahlenwerth $\frac{dy}{dx}=\varphi$ als Sinuswerth, der Vergleich dieses Sinuswerthes mit dem zugehörigen Tangentenwerth gibt den Fehler an, und man erkennt, dafs man stets den gefundenen Werth φ mit $\frac{1}{\sqrt{1-\varphi^2}}$ zu vervielfältigen hat, um den mathematisch genauen Neigungswerth $\frac{\varphi}{\sqrt{1-\varphi^2}}$ zu erhalten.

Um daher beispielsweise für einen Balken auf zwei Stützen, etwa bei aufsergewöhnlicher erheblicher Biegsamkeit desselben, die genauere Durchbiegung desselben zeichnerisch zu ermitteln, stelle man die Durchbiegung in üblicher Weise durch ein Seilpolygon, mit Momentwerth als Belastung, dar. Vermehrt man die Neigung je der einzelnen Seite im Verhältnifs $\frac{1}{\sqrt{1-\varphi^2}}$, so erhält man die genaue Durchbiegung. Hierbei bedeutet φ den thatsächlichen Werth, also z. B., wenn im zehnfachen Höhenmafsstab gezeichnet wird, $^1/_{10}$ der gezeichneten Neigung der betrachteten Polygonseite. Hierbei wird es, selbst bei Untersuchung von Balken aus biegsamem Material, meist genügen, lediglich den letzten Endwerth der Neigung umzurechnen oder umzuzeichnen, und alsdann das

Seilpolygon, mit entsprechend kleinerem Schub, in einfachster Weise zu vollenden. Es entspricht dieses der Gleichung:

$$E\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{1}{\cos\beta}\frac{M}{J},$$

an Stelle der genauen Gleichung:

$$E\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{1}{\cos\omega^3}\frac{M}{J},$$

wo β den Schlufswinkel ω darstellt, und mithin die gezeichnete Belastungsmomentencurve im unveränderlichen Verhältnifs $\frac{1}{\cos\beta}$ vergröfsert wurde, an Stelle des veränderlichen Verhältnisses $\frac{1}{\cos\omega^3}$.

Für die meisten Fälle, im gewöhnlichen praktischen Leben, sind jedoch derartige Verbesserungen der gefundenen Gröfsen im allgemeinen unnöthig, weil die unmittelbar gefundenen Werthe bereits an und für sich hohe Genauigkeit besitzen, indem z. B. für $\varphi = \frac{1}{10}$ bereits eine Genauigkeit von $\frac{1}{200}$ des gefundenen Werthes vorhanden ist, für kleinere Werthe φ aber die verhältnifsmäfsige Genauigkeit rasch weiter anwächst.

Wächst φ an, so nimmt die Genauigkeit rasch ab, um mit dem Grenzwerth $\varphi = 1$ ganz zu verschwinden, so zwar, dafs gefundene Zahlenwerthe φ, welche sich dem Grenzwerth 1 nähern, überhaupt durchaus falsche Angaben bezüglich der Gröfse der entstehenden Durchbiegung geben. Der Grenzwerth $\varphi = 1$ entspricht vielmehr stets demjenigen äufsersten Grenzwerth der Belastung, bei welcher der ganze elastische und biegsame Träger stets gänzlich in die Oeffnung hineingezogen werden würde, und sei er auch noch so lang.

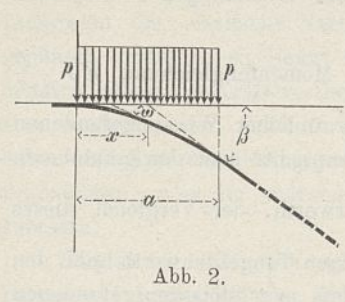


Abb. 2.

Für einen Träger der Spannweite 2a mit Mittellast P bleibt für die Endwinkel β stets die Gleichung bestehen:

$$\sin\beta = \frac{Pa^2}{4EJ},$$

und der Träger der Abb. 2 verbiegt sich, bei fester Belastung p auf der gegebenen Strecke a, stets nach der allgemeinen Biegungsgleichung:

$$EJ\sin\omega = p\left[\frac{(x-a)^3 + a^3}{6}\right]$$

bis zum äufsersten Grenzwerth $p = \frac{6EJ}{a^3}$. Will man den Verlauf der Durchbiegung biegsamer Balken oder Stäbe rechnerisch genau verfolgen, so erhält man aus:

$$\sin\omega = f(x) = X$$

das genaue Integral:

$$y = \int\frac{X\,dx}{\sqrt{1-X^2}},$$

für welches man, weil:

$$\operatorname{tg}\omega = \sin\omega + \frac{\sin\omega^3}{2} + \frac{3}{8}\sin\omega^5 + \ldots,$$

als erste Annäherung das Integral:

$$y = \int X\,dx + \frac{1}{2}\int X^3 dx$$

setzen kann, wobei stets etwas zu kleine Biegungen sich ergeben werden.

Kommen verhältnifsmäfsig grofse Verbiegungen, jedoch bis höchstens etwa 45° vor, so kann man $\frac{1}{2}\int X^3 dx$ als Restglied betrachten und also schreiben:

$$y = \int X\,dx + m\int X^3 dx,$$

wo m einen zwischen 0,5 und 0,8 liegenden Bruchwerth bedeutet, welcher so zu bestimmen ist, dafs die Gleichung

$$\operatorname{tang}\beta = \sin\beta + m\sin\beta^3$$

für den gröfsten Werth $\sin\beta$ nahezu erfüllt wird.

Für Verbiegungen über 45° hinaus aber würde diese Annäherungsrechnung rasch an Genauigkeit verlieren, stets aber wird man in der Lage sein, auch für verhältnifsmäfsig nicht besonders einfache Belastungsfälle, aus der Zeichnung der ungenauen Durchbiegung, $y_I = \int X dx$, die genauere Durchbiegung mit verhältnifsmäfsig geringer Mühe zeichnerisch abzuleiten.

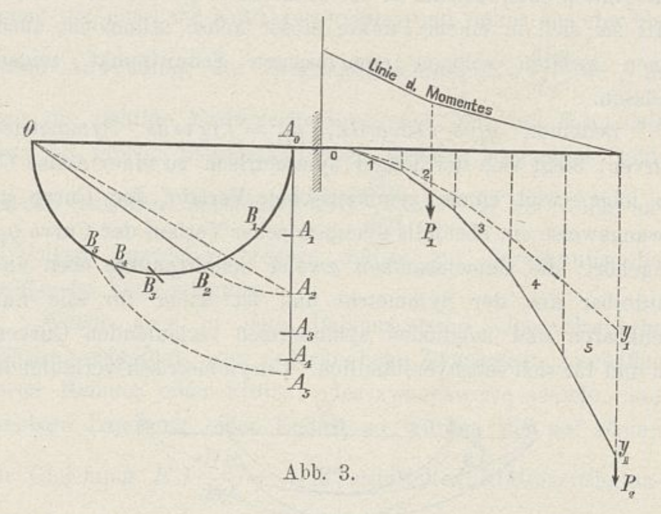


Abb. 3.

Werden, bei grofsen Verbiegungen, die Höhen ohne Vergröfserung gezeichnet, so leitet man (Abb. 3) den Strahlenbüschel OB der genauen Biegung y_{II} ab aus dem Strahlenbüschel OA der ungenauen Biegung y_I, indem man A_0A als Sehne von A_0 ab auf dem Halbkreis A_0BO abschlägt.

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.